



VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
STATYBOS FAKULTETAS
STATYBOS VALDYMO IR NEKILNOJAMOJO TURTO KATEDRA

Leonardas Prialgauskas

**ŠIUOLAIKINIŲ TECHNOLOGIJŲ TAIKYMO PASTATŲ
MODERNIZAVIMO PROCESĖ ANALIZĖ**
**ANALYSIS OF THE APPLICATION OF MODERN TECHNOLOGIES IN
THE MODERNIZATION OF BUILDINGS**

Baigiamasis magistro darbas

Statybos technologijos ir valdymo studijų programa, valstybinis kodas: 6211EX043

Statybos ekonomikos ir verslo specializacija

Statybos inžinerijos studijų kryptis

Vilnius, 2023

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
STATYBOS FAKULTETAS
STATYBOS VALDYMO IR NEKILNOJAMOJO TURTO KATEDRA

TVIRTINU
Katedros vedėjas

(Parašas)

(Vardas, pavardė)

(Data)

Leonardas Prialgauskas

**ŠIUOLAIKINIŲ TECHNOLOGIJŲ TAIKYMO PASTATŲ
MODERNIZAVIMO PROCESE ANALIZĖ**

**ANALYSIS OF THE APPLICATION OF MODERN TECHNOLOGIES IN
THE MODERNIZATION OF BUILDINGS**

Baigiamasis magistro darbas

Statybos technologijos ir valdymo studijų programa, valstybinis kodas: 6211EX043

Statybos ekonomikos ir verslo specializacija

Statybos inžinerijos studijų kryptis

Vadovė

doc. dr. Natalija Lepkova

(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

(Parašas) (Data)

Lietuvių kalbos konsultantė

dr. Lina Rutkienė

(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

(Parašas) (Data)

Vilnius, 2023

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
STATYBOS FAKULTETAS
STATYBOS VALDYMO IR NEKILNOJAMOJO TURTO KATEDRA

TVIRTINU
Katedros vedėjas

Statybos inžinerijos studijų kryptis

(Parašas)

Statybos technologijų ir valdymo studijų programa, valstybinis kodas 6211EX043

(Vardas, pavardė)

Statybos ekonomikos ir verslo specializacija

(Data)

BAIGIAMOJO MAGISTRINIO DARBO UŽDUOTIS

2021 m. spalio 10 d.

Vilnius

Studentui: Leonardui Prialgauskui

Baigiamojo darbo tema: „Šiuolaikinių technologijų taikymo pastatų modernizavimo procese analizė“.

Baigiamojo darbo užbaigimo terminas 2023 m. gegužės 31 d.

BAIGIAMOJO DARBO UŽDUOTIS:

1. Išanalizuoti mokslinę literatūrą šiuolaikinių technologijų taikymo pastatų modernizavimo tematika.
2. Išnagrinėti modernizavimo situaciją Lietuvoje ir pasirinktose užsienio šalyse.
3. Išanalizuoti energijos vartojimo efektyvumo technologijų taikymą pastatams modernizuoti taikant stiprybių, silpnybių, galimybių ir grėsmių (SSGG) ir daugiakriterės analizės metodus.

Vadovė

(Parašas)

doc. dr. Natalija Lepkova

(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

Užduotį gavau

(Parašas)

Leonardas Prialgauskas

(Vardas, pavardė)

2021 m. spalio 10 d.

(Data)

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

	Leonardas Prialgauskas, 20173441	
	(Studento vardas ir pavardė, studento pažymėjimo Nr.)	
	Statybos fakultetas	
	(Fakultetas)	
	Statybos technologijos ir valdymas, SEVfm-21	
	(Studijų programa, akademinė grupė)	

BAIGIAMOJO DARBO (PROJEKTO)
SAŽININGUMO DEKLARACIJA

2023 m. gegužės 24 d.

Patvirtinu, kad mano baigiamasis darbas tema „Šiuolaikinių technologijų taikymo pastatų modernizavimo procese analizė“ yra savarankiškai parašytas. Šiame darbe pateikta medžiaga nėra plagijuota. Tiesiogiai ar netiesiogiai panaudotos kitų šaltinių citatos pažymėtos literatūros nuorodose.

Prenkant ir įvertinant medžiagą bei rengiant baigiamąjį darbą, mane konsultavo mokslininkai ir specialistai: docentas daktaras Natalija Lepkova. Mano darbo vadovas docentas daktaras Natalija Lepkova.

Kitų asmenų indėlio į parengtą baigiamąjį darbą nėra. Jokių įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs (-usi).

			Leonardas Prialgauskas
	(Parašas)		(Vardas ir pavardė)

Vilniaus Gedimino technikos universitetas		ISBN	ISSN
Statybos fakultetas		Egz. sk.	
Statybos valdymo ir nekilnojamojo turto katedra		Data-.....-.....	

Antrosios pakopos studijų Statybos technologijų ir valdymo programos magistro baigiamasis darbas	
Pavadinimas	Šiuolaikinių technologijų taikymo pastatų modernizavimo procese analizė
Autorius	Leonardas Prialgauskas
Vadovas	Natalija Lepkova

	Kalba: lietuvių
--	------------------------

Anotacija
Baigiamąjį magistro darbą sudaro trys dalys. Pirmoje darbo dalyje atliekama šiuolaikinių technologijų taikymo pastatams modernizuoti analizė. Analizuojant šaltinius surinkta informacija apie modernių technologijų taikymą skirtingose pastato dalyse. Antroje darbo dalyje atliekama analizė apie modernizavimo situaciją Lietuvoje ir pasirinktose užsienio šalyse. Trečioje darbo dalyje atliekamas tyrimas apie modernių technologijų naudą ir panaudojimo galimybes pastatų modernizavimo procese. Atlikta SSGG analizė įvertinti Lietuvos daugiabučių namų modernizavimo galimybės ir taikyti COPRAS, TOPSIS ir WASPAS daugiakriteriai metodai įvertinti geriausias modernizavimo technologijas. Darbo apimtis – 62 puslapiai teksto be priedų be priedų, 14 iliustracijų, 34 lentelės, 96 bibliografinių šaltinių. Atskirai pridedami darbo priedai.

Prasminiai žodžiai: daugiabučių namų modernizavimas, energinis efektyvumas, SSGG analizė, daugiakriterė analizė, ekspertų nuomonės tyrimas.
--

<table border="1"> <tr> <td>Vilnius Gediminas Technical University</td> </tr> <tr> <td>Faculty of Civil Engineering</td> </tr> <tr> <td>Department of Construction Management and Real Estate</td> </tr> </table>		Vilnius Gediminas Technical University	Faculty of Civil Engineering	Department of Construction Management and Real Estate	<table border="1"> <tr> <td>ISBN</td> <td>ISSN</td> </tr> <tr> <td>Copies No.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Date-.....-.....</td> <td></td> </tr> </table>		ISBN	ISSN	Copies No.		Date-.....-.....								
Vilnius Gediminas Technical University																			
Faculty of Civil Engineering																			
Department of Construction Management and Real Estate																			
ISBN	ISSN																		
Copies No.																			
Date-.....-.....																			
<table border="1"> <tr> <td colspan="4">Master Degree Studies Construction Technologies and Management study programme Master Graduation Thesis</td> </tr> <tr> <td>Title</td> <td colspan="3">Analysis of the Application of Modern Technologies in the Modernization of Buildings</td> </tr> <tr> <td>Author</td> <td colspan="3">Leonardas Prialgaukas</td> </tr> <tr> <td>Academic supervisor</td> <td colspan="3">Natalija Lepkova</td> </tr> </table>				Master Degree Studies Construction Technologies and Management study programme Master Graduation Thesis				Title	Analysis of the Application of Modern Technologies in the Modernization of Buildings			Author	Leonardas Prialgaukas			Academic supervisor	Natalija Lepkova		
Master Degree Studies Construction Technologies and Management study programme Master Graduation Thesis																			
Title	Analysis of the Application of Modern Technologies in the Modernization of Buildings																		
Author	Leonardas Prialgaukas																		
Academic supervisor	Natalija Lepkova																		
			<table border="1"> <tr> <td>Thesis language: Lithuanian</td> </tr> </table>	Thesis language: Lithuanian															
Thesis language: Lithuanian																			
<table border="1"> <tr> <td> Annotation The Master's thesis consists of three parts. The first part of the thesis analyses the application of modern technologies for the modernization of buildings. By analyzing sources, information on the application of modern technologies in different parts of a building is collected. The second part of the thesis analyses the modernization situation in Lithuania and in selected foreign countries. In the third part of the thesis, a study is carried out on the benefits and possibilities of using modern technologies in the process of building modernization. A SWOT analysis is carried out to assess the retrofitting potential of Lithuanian multi-apartment buildings and multi-criteria methods COPRAS, TOPSIS and WASPAS are applied to assess the best retrofitting technologies. The thesis consists of 62 pages of text without appendices, 14 illustrations, 34 tables, 96 bibliographic sources. The annexes to the work are attached separately. </td> </tr> </table>				Annotation The Master's thesis consists of three parts. The first part of the thesis analyses the application of modern technologies for the modernization of buildings. By analyzing sources, information on the application of modern technologies in different parts of a building is collected. The second part of the thesis analyses the modernization situation in Lithuania and in selected foreign countries. In the third part of the thesis, a study is carried out on the benefits and possibilities of using modern technologies in the process of building modernization. A SWOT analysis is carried out to assess the retrofitting potential of Lithuanian multi-apartment buildings and multi-criteria methods COPRAS, TOPSIS and WASPAS are applied to assess the best retrofitting technologies. The thesis consists of 62 pages of text without appendices, 14 illustrations, 34 tables, 96 bibliographic sources. The annexes to the work are attached separately.															
Annotation The Master's thesis consists of three parts. The first part of the thesis analyses the application of modern technologies for the modernization of buildings. By analyzing sources, information on the application of modern technologies in different parts of a building is collected. The second part of the thesis analyses the modernization situation in Lithuania and in selected foreign countries. In the third part of the thesis, a study is carried out on the benefits and possibilities of using modern technologies in the process of building modernization. A SWOT analysis is carried out to assess the retrofitting potential of Lithuanian multi-apartment buildings and multi-criteria methods COPRAS, TOPSIS and WASPAS are applied to assess the best retrofitting technologies. The thesis consists of 62 pages of text without appendices, 14 illustrations, 34 tables, 96 bibliographic sources. The annexes to the work are attached separately.																			
<table border="1"> <tr> <td> Keywords: modernization of multi-apartment buildings, energy efficiency, SWOT analysis, multi-criteria analysis, expert opinion survey. </td> </tr> </table>				Keywords: modernization of multi-apartment buildings, energy efficiency, SWOT analysis, multi-criteria analysis, expert opinion survey.															
Keywords: modernization of multi-apartment buildings, energy efficiency, SWOT analysis, multi-criteria analysis, expert opinion survey.																			

TURINYS

IVADAS	10
1. Pastatų modernizavimo naudos didinimas	12
1.1. Pastato apvalkalas, izoliacija ir įstiklinimas	13
1.2. Šildymas, karšto ir šalto vandens tiekimas	16
1.3. Oro kondicionavimas, vėdinimas ir vėsinimas	23
1.4. Esamos pastato apšvietimo sistemos modernizavimas	24
2. Modernizavimo situacijos Lietuvoje ir užsienio šalyse analizė	26
2.1. Daugiabučių namų Lietuvoje būklės analizė	26
2.2. Daugiabučių namų Suomijoje būklės analizė	31
2.3. Daugiabučių namų Latvijoje būklės analizė	34
2.4. Daugiabučių namų Vokietijoje būklės analizė	37
2.5. Daugiabučių namų Prancūzijoje būklės analizė	40
3. Modernizavimo technologijų analizė Lietuvoje	43
3.1. Individualus modernizavimas	43
3.2. Kvartalinis modernizavimas	44
3.3. Ekspertų interviu analizė	45
3.4. Lietuvos socialinių ir ekonominių rodiklių analizė	53
3.5. Lietuvos daugiabučių namų modernizavimo galimybių SSGG analizė	55
3.6. Daugiatiksliis sprendimo priėmimas modernizavimo alternatyvoms įvertinti	57
3.7. Pagrindinės pastatų modernizavimo kliūtys	68
IŠVADOS	70
LITERATŪRA	72

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1.1 pav. Išorinės sienos izoliacija (123RF, 2021).....	14
1.2 pav. Palėpės stogo izoliacija (Udiena, 2020).....	14
1.3 pav. Energiją taupantys langai (Neuffer, 2021).....	15
1.4 pav. CŠT tinklų, atskirtų šilumokaičiais, šilumos tiekimas (Rutz et al., 2019).....	17
1.5 pav. Izoliuoti vamzdžiai (TheGreenAge, 2021)	18
1.6 pav. Termostatiniai radiatorių reguliavimo elementai (Hive Home, 2021).....	19
1.7 pav. Balansiniai ventiliai (Absoliuta, 2017)	20
2.1 pav. Lietuvoje modernizuotų daugiabučių namų skaičius (APVA, 2023).....	27
2.2 pav. Marijampolėje esančio daugiabučio namo modernizavimas (Delfi, 2021)	30
2.3 pav. Modernizuotas Šiaulių daugiabutis namas (Visockienė, 2021).....	31
2.4 pav. Suomijoje esančio daugiabučio namo modernizavimas (Takala-Karppanen, 2022). 34	
2.5 pav. Latvijoje esančio daugiabučio namo modernizavimas (Olaine, 2022).....	37
2.6 pav. Vokietijoje esančio daugiabučio namo modernizavimas (Heinze, 2022).....	39
2.7 pav. Prancūzijoje esančio daugiabučio namo modernizavimas (Energiesprong, 2022)....	42

LENTELIŲ SĄRAŠAS

2.1 lentelė. Lietuvos pastatų fondas pagal energinio naudingumo klasę 2019 (NTR, 2021)	27
3.1 lentelė. Ekspertų nuomonė apie Lietuvos modernizavimą	45
3.2 lentelė. Ekspertų nuomonė apie gerus modernizavimo pavyzdžius Lietuvoje	46
3.3 lentelė. Ekspertų nuomonė apie blogus modernizavimo pavyzdžius Lietuvoje	47
3.4 lentelė. Ekspertų pateiktos šalys, kuriomis remiamasi planuojant modernizavimą	47
3.5 lentelė. Ekspertų nuomonė apie Lietuvos teisinę sistemą	47
3.6 lentelė. Ekspertų nuomonė apie statybos technologijų ir medžiagų panaudojimą.....	48
3.7 lentelė. Ekspertų nuomonė apie pagrindinius modernizavimo iššūkius	49
3.8 lentelė. Ekspertų nuomonė apie daromos klaidas vykdant pastatų modernizavimą	49
3.9 lentelė. Ekspertų nuomonė apie šiuolaikines technologijas	51
3.10 lentelė. Ekspertų nuomonė apie pastato modernizavimo projekto trukmę	51
3.11 lentelė. Ekspertų nuomonė apie pastato modernizavimo efektyvumą	52
3.12 lentelė. Lietuvos daugiabučių namų modernizavimo galimybių SSGG analizė	55
3.13 lentelė. Ekspertų vertinimai	59
3.14 lentelė. Normalizuota matrica	60
3.15 lentelė. Svorinė normalizuota matrica.....	61
3.16 lentelė. TOPSIS alternatyvų prioritetinė eilė	61
3.17 lentelė. Svorinė normalizuota matrica.....	64
3.18 lentelė. Normalizuota matrica	65
3.19 lentelė. Svorinė normalizuota matrica WSM	65
3.20 lentelė. Svorinė normalizuota matrica WPM	66
3.21 lentelė. COPRAS, TOPSIS ir WASPAS metodų rezultatai ir rangai	67
A.1 lentelė. Ekspertų nuomonė apie Lietuvos modernizavimą.....	79
A.2 lentelė. Ekspertų nuomonė apie gerus modernizavimo pavyzdžius Lietuvoje	79
A.3 lentelė. Ekspertų nuomonė apie blogus modernizavimo pavyzdžius Lietuvoje	79
A.4 lentelė. Ekspertų pateiktos šalys, kuriomis remiamasi planuojant modernizavimą	79
A.5 lentelė. Ekspertų nuomonė apie Lietuvos teisinę sistemą	79
A.6 lentelė. Ekspertų nuomonė apie statybos technologijų ir medžiagų panaudojimą.....	80
A.7 lentelė. Ekspertų nuomonė apie pagrindinius modernizavimo iššūkius	80
A.8 lentelė. Ekspertų nuomonė apie daromos klaidas vykdant pastatų modernizavimą	80
A.9 lentelė. Ekspertų nuomonė apie šiuolaikines technologijas	80
A.10 lentelė. Ekspertų nuomonė apie pastato modernizavimo projekto trukmę	80
A.11 lentelė. Ekspertų nuomonė apie pastato modernizavimo efektyvumą	80
B.12 lentelė. Lyginamieji kriterijai	81

IVADAS

Baigiamasis darbas skirtas išsamiai išanalizuoti šiuolaikinių technologijų taikymą Lietuvos daugiabučiams namams modernizuoti. Statybos sektoriuje šiuolaikinių technologijų naudojimas pastaruoju metu sparčiai auga ir numatoma, kad ši tendencija tęsis, atsižvelgiant į didėjančią energiška efektyvių ir tvarių pastatų poreikį. Tyrimas bus grindžiamas esamos literatūros apžvalga ir empiriniais duomenimis, surinktais apklausus pastatų specialistus ir savininkus. Šio tyrimo išvados prisidės prie veiksmingų šiuolaikinių technologijų diegimo strategijų kūrimo daugiabučių namų modernizavimo procese.

Dėl nuolatos didėjančio energijos poreikio nebeužtenka neatsinaujinančių energijos šaltinių išteklių, o energijos gamyba tampa brangesnė ir kenksmingesnė aplinkai. Europos Sąjungoje (ES) perėjimas prie tvarios ir ekologiškos ekonomikos tapo strateginiu kovos su klimato kaita tikslu, padedančiu padidinti energetinį saugumą, konkurencingumą ir valstybių narių ekonomikos patrauklumą. Europos pastatuose suvartojama 40 % visos ES suvartojamos energijos ir išmetama 36% šiltnamio efektą sukeliančių dujų, o daugiau kaip 34 milijonams europiečių gresia energijos trūkumas, nes dėl prasto energinio naudingumo jie negalės apšildyti savo būsto. Modernizavimas padėtų įveikti šias problemas, tačiau reikia dėti daug pastangų investicijoms skatinti (European Commission, 2020). Remiantis 2017 m. Jungtinių Tautų Europos ekonomikos komisijos (JT EEK) paskelbta ataskaita „Energetika darniam vystymuisi JT EEK regione“, vienas svarbiausių viešosios politikos tikslų, skatinančių perėjimą prie tvarios energetikos sistemos, yra sparčiai didinti energijos vartojimo efektyvumą. Ataskaitoje teigiama: „Energijos vartojimo efektyvumo didinimas yra viena iš ekonomiškai efektyviausių galimybių patenkinti didėjančią energijos poreikį daugelyje šalių. Jis prisideda prie energetinio saugumo, geresnės aplinkos, geresnės gyvenimo kokybės ir ekonominės gerovės“ (UNECE, 2017). Jungtinių Tautų darnaus vystymosi tikslo 7.3 uždavinyje raginama padaryti pasaulinę pažangą energijos vartojimo efektyvumo srityje ir iki 2030 m. padvigubinti energijos vartojimo efektyvumo didinimo tempą visame pasaulyje (UNECE, 2017). Visame pasaulyje yra didelis energijos vartojimo efektyvumo didinimo potencialas ir visuotinai pripažįstama, kad iš tiesų daroma didelė pažanga. Remiantis „Enerdata Global Energy Statistical Yearbook 2022“, 2021 m. pasaulinis energijos vartojimo intensyvumas (bendro energijos suvartojimo ir bendrojo pasaulio produkto santykis) pagerėjo 1,0 % palyginti su 1,5 % metiniu pagerėjimu 2000–2019 m. (Enerdata, 2022). Šį sulėtėjimą daugiausia lėmė ekonomikos nuosmukis 2020 m., tačiau vis dar esama didelių kliūčių, trukdančių šiai pažangai.

Pastatai yra neatsiejami nuo daugumos ekonomikos sektorių, pavyzdžiui, pramonės ir gamybos, taip pat paslaugų sektoriaus. Pastatų sektorius turi didžiausią ekonomiškai efektyvaus

energijos vartojimo efektyvumo didinimo ir išmetamųjų teršalų mažinimo potencialą (Krarti et al., 2019).

Darbo tikslas – išanalizuoti šiuolaikinių technologijų taikymą pastatams modernizuoti.

Darbo uždaviniai:

1. Išanalizuoti mokslinę literatūrą šiuolaikinių technologijų taikymo pastatų modernizavimo tematika.
2. Išnagrinėti modernizavimo situaciją Lietuvoje ir pasirinktose užsienio šalyse.
3. Išanalizuoti energijos vartojimo efektyvumo technologijų taikymą pastatams modernizuoti taikant stiprybių, silpnybių, galimybių ir grėsmių (SSGG) ir daugiakriterės analizės metodus.

Darbo struktūra: baigiamąjį magistro darbą sudaro trys dalys. **Pirmoje** darbo dalyje atliekama šiuolaikinių technologijų taikymo pastatams modernizuoti analizė. Analizuojant šaltinius surinkta informacija apie modernių technologijų taikymą skirtingose pastato dalyse. **Antroje** darbo dalyje atliekama analizė apie modernizavimo situaciją Lietuvoje ir pasirinktose užsienio šalyse. **Trečioje** darbo dalyje atliekamas tyrimas apie modernių technologijų naudą ir panaudojimo galimybes pastatų modernizavimo procese.

Darbe taikyti metodai: mokslinės literatūros analizė, statistinių duomenų lyginamoji analizė, ekspertų anketinės apklausos rezultatų analizė, ekspertų apklausa rodiklių reikšmingumui nustatyti, daugiakriterės COPRAS, TOPSIS ir WASPAS analizės metodai.

1. Pastatų modernizavimo naudos didinimas

Šiame skyriuje analizuojamas energijos vartojimas pastatuose per jų eksploatavimo laikotarpį ir nagrinėjami modernūs technologiniai sprendiniai.

Energijos naudojimas pastatuose, siekiant užtikrinti šiluminį komfortą gyvenamosiose patalpose, šildant patalpas ir ruošiant karštą vandenį, vėdinant ir vėsinant orą, apšviečiant ir naudojant kitus buitinius prietaisus, labai prisideda prie energijos suvartojimo. Todėl vis labiau domimasi pažangių technologinių sprendinių taikymu, siekiant sumažinti energijos suvartojimą, sumažinti išmetamo CO₂ kiekį ir energijos nuostolius, išlaikant gyventojų komfortą ir saugumą. Tyrime bus įvertintas šių sprendinių efektyvumas ir pateiktos išvalgos apie jų taikymą modernizuojant pastatus. Apskritai tokios technologijos arba sumažina energijos poreikį, arba padidina energijos naudojimo efektyvumą. Veiksmingas pastatų planavimas yra svarbus statybos etapas; tai apima veiksmingą ekologinio projektavimo planavimą, pastato orientaciją, veiksmingą žaliųjų augalų sistemų naudojimą stogui ir pastato fasadui, šešėliavimo naudojimą, natūralaus apšvietimo ir natūralaus skerspjūvio vėdinimo planavimą ir kt. Šiuolaikiniuose statybos reglamentuose (Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija, 2016) apibrėžiami reikalavimai pastato inžinerinėms sistemoms (pvz., šildymo, vėdinimo, apšvietimo) ir nustatomos pastato atitvarų (pvz., sienų, stogo, langų) šiluminių savybių ribos (pvz., šiluminio laidumo koeficientas U), kurios taip pat lemia optimaliausią energijos suvartojimą (skaičiuojamą pagal pastato energinio naudingumo rodiklį E), atsižvelgiant į technines (pvz., pastato tipą, plotą, orientaciją) ir ekonomines (pvz., investicijų grąžą, energijos kainas) sąlygas.

Šiuolaikiniai statybos reglamentai padeda apibrėžti reikalavimus pastatų inžinerinėms sistemoms, taip pat nustatyti pastato atitvarų šiluminių savybių ribas. Šių reglamentų tikslas – vadovauti esamų pastatų modernizavimui ir statybai taip, kad būtų sukurtos didelio naudingumo konstrukcijos, taip pailginant pastato naudojimo laiką, sumažinant energijos sąnaudas ir skatinant sveikesnę bei patogesnę gyvenamąją ir darbo aplinką. Įvairių technologinių sprendinių integravimas atlieka lemiamą vaidmenį užtikrinant energijos vartojimo efektyvumą ir prisidedant prie tvarumo priemonių įgyvendinimo, taip mažinant eksploatavimo išlaidas ir poveikį aplinkai, taip pat didinant pastatų ilgaamžiškumą ir atsparumą (European Commission, 2019).

Norint kuo labiau padidinti pastatų energinį naudingumą, reikia ne tik atkreipti dėmesį į pastato atitvaras ir energijos šaltinius, bet ir modernizuoti pastatų ūkį, visapusiškai išnaudojant pastatų techninių sistemų, skaitmeninimo, savireguliacijos įrenginių ir pastatų automatizavimo galimybes. Dėmesys pastatų modernizavimui gali padėti padidinti efektyvumo potencialą, integruoti naujus komponentus, pavyzdžiui, elektroninių transporto priemonių įkrovimo infrastruktūrą, ir sukurti pastatus, kurie būtų geriau pritaikomi pagal gyventojų poreikius (Fabbri et al., 2020).

Skyrius apibendrina pastatų modernizavimo naudą didinančius sprendimus keturioje srityje: pastato apvalkalas, izoliacija ir įstiklinimas; šildymas, karšto ir šalto vandens tiekimas; oro kondicionavimas, vėdinimas ir vėsinimas; esamos pastato apšvietimo sistemos modernizavimas. Kiekvienoje srityje pateikiami konkrečių technologijų pavyzdžiai ir jų privalumai bei trūkumai.

1.1. Pastato apvalkalas, izoliacija ir įstiklinimas

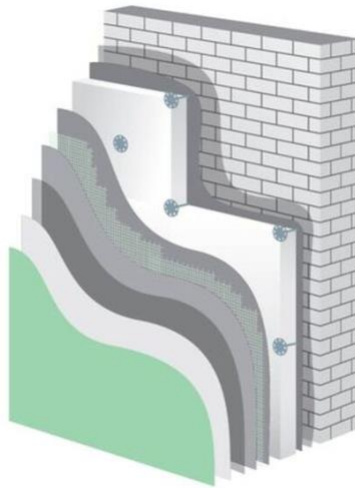
1.1.1. Pastato atitvarų izoliacija, sandarumas, šilumos tilteliai

Didžiausią poveikį pastato energiniam naudingumui turi pastato išorinės atitvaros, todėl yra svarbu į tai atkreipti dėmesį planuojant energijos vartojimo efektyvumą modernizuojant pastatus. Būtina optimizuoti pastato atitvarų konstrukciją, kad ji sumažintų energijos suvartojimą, šilumos nuostolius ir tuo pačiu metu atitiktų gyventojų reikalavimus.

Daugiausia šilumos pastatai praranda per sienas, stogus, grindis ir langus, sandarinimo siūles ir šiluminius tiltelius (Schulze Darup et al., 2016). Šilumos izoliacijos, sandarumo ir šilumos tiltelių mažinimas pastatuose yra vienodai svarbus visų klimatų šalims. Šiltaisiais mėnesiais vyksta vėsaus oro praradimas iš centrinio oro kondicionavimo sistemos, kai dėl nesandarumo didelis šilumos kiekis pateka į patalpas, o šaltaisiais mėnesiais šilumos nuostoliai dėl nesandarumo lemia didesnę šildymo energijos suvartojimą. Šios situacijos taip pat lemia didesnę energijos suvartojimą ir didesnę išmetamo CO₂ kiekį.

Tinkamas izoliacijos lygis ir šilumos tiltelių mažinimas yra labai svarbios priemonės, siekiant pagerinti pastato šilumines savybes ir komfortą, taip pat užtikrinti pastato ilgaamžiškumą.

Parinkus tinkamą izoliaciją galima sumažinti pastato šilumos padidėjimą karšto klimato sąlygomis ir šilumos nuostolius šalto klimato sąlygomis. Parenkant izoliaciją jos tipas ir kiekis priklauso nuo pastato tipo, klimato sąlygų ir naudojimo (STR 2.04.01:2018, 2019). Yra daug prieinamų energiją taupančių technologijų, skirtų pastato atitvaroms, kurios taip pat gali būti įgyvendinamos modernizuojant pastatus (Borge-Diez & Rosales-Asensio, 2020). Modernizuojant pastatą izoliacinio sluoksnio storis parenkamas atsižvelgiant į statybos reikalavimus ir norminius kriterijus, klimato sąlygas, esamą šiluminę izoliaciją ir kitus būtinus parametrus. Į visus juos reikėtų atsižvelgti architektūrinio projektavimo etape. Galimi techniniai sprendimai skirti išorinėms sienoms (1.1 pav.), palėpėms (1.2 pav.) ir rūsio perdangos izoliacijai, taip pat ir kitoms pastato dalims.



1.1 pav. Išorinės sienos izoliacija (123RF, 2021)

1. Betoninė siena;
2. Klijų sluoksnis;
3. Izoliacinė plokštė;
4. Tvirtinimo kištukas;
5. Stiprinamasis stiklo pluošto tinklelis yra uždėtas ant klijų sluoksnio;
6. Išorinė apsauginė ir dekoratyvinė danga su pirminiu grunto sluoksniu.

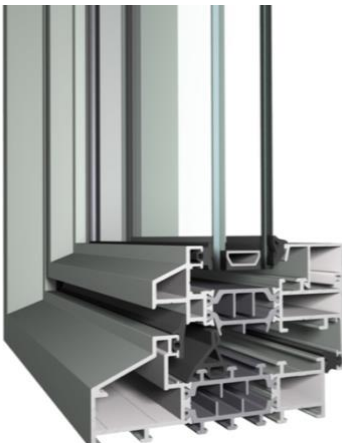


1.2 pav. Palėpės stogo izoliacija (Udiena, 2020)

1. Čerpės arba skarda tvirtinami prie tašų;
2. Skersinis tašas išilgai gegnių;
3. ROCKWOOL vėjo izoliacija kaip membrana;
4. Akmens vatos izoliacija;
5. ROCKWOOL garų izoliacinė plėvelė;
6. Gipso kartono plokščių arba dailylenčių apdaila;
7. Stogo šlaitas vėdinamas per tarpą tarp vėjo izoliacijos ir stogo dangos.

1.1.2. Modernių langų įrengimas

Yra daug efektyviau pasenusius langus keisti naujausių technologijų langais nei juos remontuoti. Dalis išsivysčiusių šalių statybos standartuose reikalauja įrengti energiją taupančius langus, pasižyminčius aukštomis šiluminėmis savybėmis (Hermelink et al., 2017). Daugiakameriniai langai pasižymi geresnėmis šiluminėmis savybėmis ir yra tvirtesni, atsparesni deformacijoms ir ilgaamžiškesni (Čehić & Omer, 2016). Tokie langai gaminami naudojant daugiakamerinius įstiklinimo profilius, kurių konstrukcija yra sudėtingesnė nei tradicinių langų, todėl jų kaina yra didesnė. Dviejų arba trijų stiklų langų konstrukciją sudaro stiklo lakštai, kuriuos skiria iš abiejų galų hermetiškai užsandarinta tarpinė. Stiklo lakštai atskirti oru arba užpildyti izoliacinėmis dujomis, kad sumažėtų šilumos perdavimas. Langai yra gaminami iš įvairių medžiagų ir jų pagrindinės technologijos palyginamos 1.3 pav.

Viniliniai langai	Aluminio langai	Mediniai langai
		
Gaminami iš polivinilchlorido. Privalumai: gera šilumos ir garso izoliacija; atsparumas įvairiems atmosferos poveikiams; paprastas valdymas ir priežiūra. Trūkumai: plastikinio lango mechaniniai pažeidimai negali būti ištaisyti.	Gaminami iš aliuminio. Privalumai: lengvumas; ilgaamžiškumas; atsparumas oro sąlygoms; galimybė pritaikyti lango konfigūraciją ir sudėtingumą. Trūkumai: jautrumas elektrocheminei korozijai; didelis aliuminio šilumos laidumas.	Dažniausiai gaminami iš ąžuolo, pušies, uosio arba maumedžio. Privalumai: patrauklumas; gera šilumos izoliacija ir atsparumas šalčiui; garso izoliacija; galimybė keisti spalvą lauke arba viduje. Trūkumai: degumas ir higroskopiškumas; reikalinga nuolatinė priežiūra arba apdaila.

1.3 pav. Energiją taupantys langai (Neuffer, 2021)

Atsižvelgiant į šiluminius ir techninius reikalavimus, langų profiliai gali būti nurodomi pagal statybos taisykles ar reikalavimus. Siekiant sumažinti šiluminius tiltelius ir užtikrinti tinkamą lango sandarumą, langus turėtų tinkamai sumontuoti aukštos kvalifikacijos specialistai. Daugelyje šalių langai turi energiją taupančius stiklus, kuriuose yra stiklo plokštė, padengta plonu sidabro sluoksniu, galinčiu gerokai sumažinti stiklo spinduliuotę (Ding & Clavero, 2017). Be to, dėl sidabro dangos šio tipo dvigubo stiklo langai pasižymi veidrodiniu efektu. Dėl padidėjusio atspindžio efekto langai

padedą vasarą kambariams išlikti vėsesniems, o žiemą – šiltesniems (Eco Habitat, 2018). Vienos kameros dvigubu stiklu 4 mm storio langas sveria 20 kg/m^2 , o tokio pat dydžio dviejų kamerų langas sveria 30 kg/m^2 , todėl vienos kameros dvigubu stiklu langas yra 33 % lengvesnis, ir tai prisideda prie ilgesnio tarnavimo laiko. Tokio stiklo paketo langai su vienos kameros dvigubu stiklu yra šiltesni už paprastus dviejų kamerų langus.

1.2. Šildymas, karšto ir šalto vandens tiekimas

Skirtingi pastatų šilumos tiekimo sistemų projektavimo būdai labai priklauso nuo energijos išteklių prieinamumo, kuro kainų, infrastruktūros, technologijų plėtros ir atitinkamos energetikos politikos. Siekiant įtraukti atsinaujinančiąją energiją kaip šilumos tiekimo šaltinį, daroma didelė technologinė pažanga. Atsinaujinančių išteklių energijos sprendimai gali būti taikomi tiek centralizuotoms, tiek decentralizuotoms šilumos tiekimo sistemoms (European Union, 2018). Norint įgyvendinti atsinaujinančiosios energijos sprendimus modernizuojant pastatus, svarbu ne tik turėti tinkamą teisinę sistemą ir susijusios politikos kūrimą, bet ir taikyti šiuolaikines technologijas.

1.2.1. Centralizuoto šilumos tiekimo sistemos tobulinimas

Esminė centralizuoto šilumos tiekimo (CŠT) sistemų dalis yra šilumos paskirstymo tinklas, kuris sujungia šilumos generatorius su šilumokaičiais. Paprastai šildymo tinklą sudaro tiekimo vamzdis, tiekiantis karštą vandenį arba garą iš šaltinio į šilumokaitį, taip pat lygiagrečiai einantis grįžtamasis vamzdis, kuris grąžina panaudotą vandenį atgal į šilumos generatorių. Pagrindinės CŠT sistemos dalys:

1. Šilumos šaltinis, kuriame gaminama šiluma;
2. Šilumos tiekimo tinklai, kuriais šilumnešis iš šilumos šaltinio tiekia šilumą vartotojams;
3. Šilumos punktai, per juos pastatų šildymo sistemos jungiamos su lauko šilumos tinklais;
4. Pastatuose esančios šilumos naudojimo sistemos.

Kiekviena iš šių sudedamųjų dalių atlieka svarbų vaidmenį užtikrinant patikimą ir kokybišką šilumos tiekimą (Rutz et al., 2019).

Daugiabučiuose gyvenamuosiuose, visuomeniniuose ir komerciniuose pastatuose paprastai įrengtos inžinerinės sistemos, apimančios šildymo, vėdinimo ir oro kondicionavimo (ŠVOK) bei karšto vandens tiekimo sistemas. Nepriklausomai nuo pastato paskirties ir dydžio, visos inžinerinės sistemos turėtų užtikrinti gyventojų saugumą ir komfortą bei tiekimo patikimumą, kartu taupant energiją ir mažinant išmetamo CO_2 kiekį (Allouhi et al., 2015). Centralizuota šildymo sistema yra sudėtinga veikianti sistema; pavyzdžiui, šildymo ir vėdinimo sistemų apkrova priklauso nuo lauko oro temperatūros ir patalpose išsiskiriančios šilumos, taip pat nuo buitinio karšto vandens tiekimo sistemos veikimo. Įgyvendinant centralizuoto šildymo sistemas, būtina sudėtinga pastatų šilumos

1.2.2. Sistemos našumo optimizavimo priemonės

Vamzdynų ir įrangos izoliacija

Tiekimo sistemos vamzdynų izoliacija (**1.5 pav.**) yra būtina priemonė naujai statomuose ir modernizuojamuose pastatuose. Vamzdynų izoliavimas apvyniojant izoliacinėmis medžiagomis ne tik sumažina šilumos nuostolius vamzdynuose, bet ir palaiko pastovią numatomą šilumnešio temperatūrą. Izoliuoti vamzdžiai geriau išlaiko savo temperatūrą, todėl sutaupoma daug energijos.



1.5 pav. Izoliuoti vamzdžiai (TheGreenAge, 2021)

Rinkoje yra kelių rūšių medžiagų, skirtų vamzdynų šiluminei izoliacijai.

1. **Putų polistirenas:** tai akyta medžiaga, pagaminta iš polistireno dervos ir pūtimo medžiagos. Ji pasižymi mažu šilumos laidumu ir maža kaina. Ją galima naudoti tiek karšto, tiek šalto vandens vamzdžiams.
2. **Mineralinė vata:** tai pluoštinė medžiaga, pagaminta iš natūralių arba sintetinių mineralų, pavyzdžiui, stiklo, uolienu arba šlako. Ji pasižymi geromis šiluminėmis ir akustinėmis savybėmis ir gali atlaikyti aukštą temperatūrą. Ją galima naudoti karšto vandens ir garo vamzdžiams.
3. **Poliuretano putos:** tai akyta medžiaga, pagaminta iš poliuretano dervos ir pūtimo medžiagos. Ji pasižymi mažu šilumos laidumu ir dideliu lankstumu. Ją galima naudoti šalto vandens vamzdžiams ir šaldymo vamzdžiams.
4. **Stiklo vata:** tai pluoštinė medžiaga, pagaminta iš stiklo pluošto. Ji pasižymi mažu šilumos laidumu ir geru atsparumu ugniai. Ją galima naudoti karšto vandens vamzdžiams ir garo vamzdžiams.
5. **Laštelinis stiklas:** tai standi medžiaga, pagaminta iš stiklo, kuris buvo išpurkštas anglies dioksidu arba vandeniliu. Ji turi mažą šiluminį laidumą ir didelį atsparumą drėgmei, ugniai ir korozijai. Ji gali atlaikyti temperatūras iki 480°C (Hassan, 2020).

Daugelyje šalių šalčio ir šilumos energijos tiekimo sistemų šiluminė izoliacija yra privaloma priemonė naujai statybai ir modernizavimui. Šilumos izoliacija gali sumažinti šilumos nuostolius, taupyti energiją, užkirsti kelią kondensacijai ir korozijai, pagerinti pastatų saugą ir komfortą. Tačiau prieš taikant šiluminę izoliaciją, vamzdynas turėtų būti suremontuotas ir išbandytas slėgiu, kad būtų užtikrintas jo vientisumas ir eksploatacinės savybės. Slėgio bandymas – tai procesas, kurio metu į vamzdyną tiekiamas skystis arba dujos, veikiant slėgiui, ir tikrinama, ar nėra nuotėkių arba defektų. Slėgio bandymą paprastai sudaro šie etapai:

- Priklausomai nuo bandymo tipo (hidrostatinis ar pneumatinis) ir vamzdyno medžiagos suderinamumo, vamzdynas papildomas bandymo terpe, pavyzdžiui, vandeniu ar oru;
- Slėgio padidinimas iki reikiamo bandymo lygio, kuris paprastai būna didesnis už įprastą vamzdyno darbinį slėgį;
- Slėgio išlaikymas nustatytą laiką ir slėgio kritimo bei nuotėkio greičio stebėjimas;
- Slėgio sumažinimas ir bandomosios terpės išleidimas arba išleidimas iš vamzdyno;
- Vamzdyno apžiūra, ar nėra pažeidimo ar gedimo požymių (Nigen, 2021).

Termostatinių reguliatorių įrengimas ant radiatorių

Temperatūros reguliavimas atskirose patalpose yra esminis racionalaus energijos naudojimo elementas. Įprastu radiatorių šildymo atveju, įrengiant termostatinis reguliatorius ant radiatorių, galima sutaupyti daug šilumos. Tokia pati logika galioja ir kitų tipų šilumos išskyrimo sistemoms, pavyzdžiui, grindų šildymo ar ventiliatorinių kolektorių biuruose. Termostatinis reguliatorius sudaro dvi dalys: vožtuvas ir termostatinis elementas, kaip parodyta **1.6 pav.**



1.6 pav. Termostatiniai radiatorių reguliavimo elementai (Hive Home, 2021)

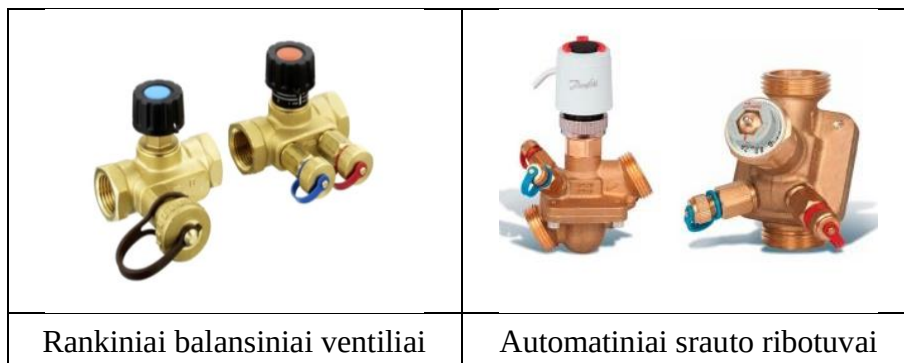
Termostatinis radiatoriaus vožtuvas (toliau TRV) susideda iš dviejų komponentų: vožtuvo korpuso ir termostatinės galvos. Vožtuvo korpusas reguliuoja vandens ar garų srautą į radiatorių, o termostatinė galva jaučia kambario temperatūrą ir atitinkamai reguliuoja vožtuvą. Pastato gyventojai gali nustatyti norimą temperatūrą pasukdami termostatinės galvos rankenėlę. Taip TRV neleidžia radiatoriams tiekti daugiau šilumos nei reikia ir palaiko patogią aplinką. TRV taip pat sumažina

šildymo sistemos energijos suvartojimą automatiškai prisitaikydama prie kintančios temperatūros ir išvengiant perkaitimo. Be TRV, gyventojai gali atidaryti langus, kad išleistų perteklinę šilumą, o tai švaisto energijos išteklius. Montuojant TRV ant radiatorių esamuose pastatuose dažnai yra dalis senų šildymo prietaisų atnaujinimo į labiau energiją taupančias sistemas (Castrads, 2022)

Balansavimo vožtuvų įrengimas

Balansavimo vožtuvas yra tarpinė vamzdinių armatūros dalis, skirta šalčio ir šilumos energijos tiekimo sistemų hidraulinių balansavimo žiedų cirkuliacijai. Optimizuojant ir užtikrinant sistemos veikimą reikia atsižvelgti į dinamiškai kintančias realias pastato eksploataavimo sąlygas. Balansiniai ventiliai pateikti 1.7 pav.

Dinaminį balansavimą užtikrina automatiniai balansavimo vožtuvai stoveliuose arba kiekviename šilumnešyje. Juos rekomenduojama įrengti su numatytosiomis reikšmėmis; jei pasirenkami stovų sprendimai, jie turėtų būti įrengti kiekviename šildymo sistemų stovė ir jų nustatymai turėtų būti derinami tik vėliau. Šią priemonę reikėtų įgyvendinti parengus projektinę dokumentaciją ir po to, kai šildymo sistema praplaunama. Remontuojant šilumos ir šalčio tiekimo sistemas, tikslinga kartu su kitomis priemonėmis įrengti balansinius vožtuvus. Įrengiant balansavimo vožtuvus, būtina atsižvelgti į paleidimo darbus, kuriuos turėtų atlikti specializuotos organizacijos (McDowall, 2008).



1.7 pav. Balansiniai ventiliai (Absoliuta, 2017)

Išmanusis skaitiklis

Išmanieji skaitikliai – tai prietaisai, kurie matuoja vartotojų suvartojamos elektros energijos kiekį ir praneša apie tai komunalinių paslaugų teikėjams. Jie yra esminė išmaniojo tinklo, kuris yra modernizuotas tinklas, integruojantis informacines ir ryšių technologijas su elektros energijos sistemomis, sudedamoji dalis. Išmanieji skaitikliai suteikia įvairios naudos ir vartotojams, ir komunalinių paslaugų teikėjams, pavyzdžiui, geresnį energijos vartojimo efektyvumą, reagavimą į paklausą, dinamišką kainodarą ir gedimų valdymą. Tačiau išmanieji skaitikliai taip pat kelia didelių saugumo iššūkių, nes jiems gresia įvairios kibernetinės atakos, galinčios pakenkti jų funkcionalumui, privatumui ir saugumui. Todėl išmaniųjų tinklų saugumas yra labai svarbi mokslinių tyrimų sritis,

kuria siekiama pateikti novatoriškus sprendimus, kaip apsaugoti išmanųjį tinklą ir jo komponentus nuo piktavalių (Skopik & Smith, 2015).

Išmaniųjų skaitiklių sistemos pagrįstos skaitmeninėmis informacinėmis technologijomis, leidžiančiomis nuotoliniu būdu bendrauti tarp skirtingų subjektų, dalyvaujančių energijos vartojime ir platinime. Bendra išmaniųjų skaitiklių sistemos struktūra gali būti vaizduojama kaip trijų lygių sistema. Pirmasis lygis susideda iš išmaniųjų skaitiklių, kurie matuoja elektros energijos, dujų, vandens ar šilumos vartojimą ir siunčia duomenis antrajam lygiui. Antrasis lygis apima jungiamuosius komponentus, kurie gauna duomenis iš išmaniųjų skaitiklių ir perduoda juos trečiajam lygiui. Trečiasis lygis apima skaičiavimo komponentus, kurie apdoroja, analizuoja, saugo ir platina informacijos išteklius. Šios sistemos siūlo įvairias naudas vartotojams, paslaugoms ir aplinkai. Kai kurios iš naudų yra:

1. Padidėjęs energijos efektyvumas, stebint didžiausio naudojimo laikus ir atitinkamai koreguojant vartojimo modelius.
2. Greitesnis gedimų aptikimas ir pašalinimas, leidžiantis nuotolinę stebėseną ir automatinį maršruto parinkimą.
3. Pagerintas klientų aptarnavimas teikiant tiksliai sąskaitas, realiu laiku vartojimo įžvalgas ir papildomas paslaugas.
4. Sumažintos eksploatacinės ir priežiūros išlaidos.
5. Pagerintas tvarumas taupant energiją, mažinant anglies dioksido emisijas ir remiant atsinaujinančius energijos šaltinius (Whitlock, 2015).

1.2.3. Decentralizuotos šilumos tiekimo sistemos tobulinimas

Decentralizuoto šilumos tiekimo principas pagrįstas savarankiškai gaminama šilumos energija vidaus poreikiams tenkinti. Decentralizuotos šildymo sistemos gali būti grindžiamos tiek neatsinaujinančiu kuru, pavyzdžiui, katilų įrengimas, tiek atsinaujinančia energija, tokia kaip saulės kolektorių sistemų ant stogo ir šilumos siurblių įrengimas.

Katilų įrengimas

Viena iš labiausiai paplitusių decentralizuoto šilumos tiekimo sistemų modernizavimo priemonių yra pasenusių katilų keitimas efektyvesniais. Naujos katilų įrangos efektyvumą galima nustatyti pagal energijos gamybos iš sudeginto kuro efektyvumą. Katilų efektyvumą apibūdinantis koeficientas vadinamas naudingumo koeficientu. Didesnis naudingumo koeficientas reiškia, kad katilui reikia mažiau kuro sąnaudų šilumai gaminti arba karštam vandeniui tiekti. Lyginant su tradiciniais katilais, modernesnė katilų įranga turi didesnį naudingumo koeficientą sudeginant panašų kiekį tos pačios rūšies kuro. Be to, yra ir technologija, leidžianti katilui persijungti į kitą kuro rūšį,

kurios šilumingumas didesnis, taip pat papildoma funkcija – automatinio šilumos reguliavimo sistemos kartu su oro sąlygų kompensuojamu valdymu. Yra įvairių tipų katilų įrenginių, kurie veikia naudodami skirtingą kurą: gamtines dujas, dyzeliną, anglį, elektrą ir biomasę. Pažangiausia ir viena iš efektyviausių katilų technologijų yra kondensaciniai katilai, kurie yra efektyvesni už tradicinius katilus (Bălănescu & Homutescu, 2019). Juose papildoma šiluma išgaunama iš vandens garų, susidarančių dėl angliavandenilių degimo proceso, kondensacijos.

ES direktyva 2009/125/EB (2009 m. spalio 21 d. Europos Parlamento ir Tarybos direktyva 2009/125/EB, nustatanti ekologinio projektavimo reikalavimų su energija susijusiems gaminiais nustatymo sistemą), kuria nustatoma ekologinio projektavimo reikalavimų su energija susijusiems gaminiais nustatymo sistema, draudžiama parduoti nekondensacinius dujinius katilus visame ES regione, išskyrus kelias išimtis (European Union, 2009). Dėl didesnio kondensacinių katilų efektyvumo ir ekologiškumo jie yra pranašesni už tradicinius dujinius katilus. Šiuo metu visi Europos gamintojai privalo gaminti tik kondensacinius dujinius šildymo įrenginius, skirtus parduoti ES šalyse.

Saulės kolektorių įrengimas

Saulės kolektorių šildymas yra vienas iš plačiausiai naudojamų techninių sprendimų, naudojančių atsinaujinančią energiją pastatų sektoriuje. Saulės spinduliuotės šiluma gali būti naudojama karštam vandeniui ruošti ir vidaus šildymui gyvenamuosiuose ar visuomeniniuose pastatuose. Yra dviejų tipų saulės kolektoriai: plokšti ir vakuuminiai vamzdiniai kolektoriai (Galex Systems, 2016).

Saulės kolektorių sistemas galima suskirstyti į dvi pagrindines kategorijas: pasyviąsias ir aktyviąsias. Pasyvioji saulės kolektorių sistema įrengiama kaip vienas užbaigtas stogo įrenginys, kurį sudaro saulės kolektorius ir vandens rezervuaras. Ši sistema yra santykinai pigesnė, bet ji netinkama šalto klimato šalims (U.S. Department of Energy, 2021). Aktyviąsias saulės vandens šildymo ir šilumos tiekimo sistemas sudaro įvairi inžinerinė įranga: saulės kolektoriai, valdikliai, cirkuliacinis siurblys, platus rezervuaras, pagrindinė talpykla ir jungiamieji vamzdžiai. Aktyviosios sistemos yra brangesnės, tačiau suteikia daugiau naudos ir gali būti naudojamos žiemos sezono metu (U.S. Department of Energy, 2021). Elektrinis šildymas užtikrina reikiamą vandens temperatūrą, ypač esant debesuotam orui ir mažesniai spinduliavimo lygiui. Bendrai šios sistemos kasmet sunaudoja mažiau elektros energijos. Aktyviosios sistemos gali būti naudojamos ne tik vandens šildymui, bet ir šilumos tiekimo sistemoms.

Pastate integruotos fotovoltinės sistemos (BIPV) paprastai gaminamos saulės elementus įterpiant tarp skaidraus stiklo paviršinio sluoksnio ir struktūrinio pagrindo sluoksnio naudojant hermetizuojančią medžiagą. Šie moduliai ne tik gamina elektros energiją, bet ir yra integruota pastato konstrukcijos dalis, perduodanti apkrovas pastato karkasui ir pamatams, kartu užtikrinanti pastato

apsaugą nuo saulės, šilumos izoliaciją, apsaugą nuo triukšmo ir saugumą. BIPV plokščių mechaninis elgesys yra labai svarbus projektuojant pastato konstrukcijas, ypač kai šiuolaikinėse konstrukcijose naudojami dideli moduliai. Ši formuluo­­tė naudinga projektuojant ir analizuojant BIPV sistemas. Siūloma nauja BIPV montavimo sistema, pagrįsta šia teorija, kad būtų užtikrintas pritaikomas standumas ir adaptyvus plokščių tarpo valdymas, siekiant užtikrinti BIPV sistemų ilgaamžiškumą (Teka et al., 2023).

Šilumos siurblių įrengimas

Šilumos siurblys veikia garų suspaudimo vėsinimo principu. Šilumos energija perduodama kondensuojant ir garuojant aušinimo skysčiui, cirkuliuojančiam uždaruose kontūruose. Šilumos siurbliai vartoja elektros energiją aušinimo skysčio kompresoriui ir antrinio kontūro cirkuliaciniams siurbliams valdyti (Ekspertai, 2019). Šilumos siurblių įrengimas pastatuose turi keletą privalumų:

1. Galima integruoti į esamą šilumos tiekimo sistemą kartu su šilumos kolektoriumi.
2. Yra daug efektyvesnis už kitas elektrines šildymo sistemas;
3. Pasižymi aukštu efektyvumu, kai dienos temperatūra smarkiai svyruoja;
4. Vietovėse, kur gręžimas yra nebrangus, yra įrengiamos geoterminės sistemos.

1.3. Oro kondicionavimas, vėdinimas ir vėsinimas

1.3.1. Rekuperatoriaus naudojimas

Šilumos rekuperavimas yra procesas, kurio metu iš oro, išstumiamo iš pastato per ištraukiamąją ventiliaciją, išgaunama šiluma, o paskui ši šiluma grąžinama į tiekiamą orą, kuris patenka per įleidžiamąją ventiliaciją. Taip dėl papildomo (tarpinio) oro pašildymo rekuperatoriuje sumažėja energijos sąnaudos patalpoms šildyti. Rekuperatorius yra šilumos perdavimo įrenginys, kuriame šaltas oras šildomas šiltesniu ištraukiamuoju oru. Šilumos perdavimas vyksta per šilumokaičio plokštes, per kurias abu oro tūriai negali susimaišyti (Airtechnics, 2021).

Membraniniai energijos mainai (MEE) tapo pagrindiniu technologinės pažangos komponentu siekiant beveik nulinės energijos pastatų ir ekologiškų pastatų. MEE atgauna šilumą ir drėgmę iš ištraukiamojo oro, per vidinę membraną perduodami juos įeinančiam lauko orui ir sumažindami pastato vėdinimo energijos sąnaudas. Ši technologija yra veiksmingas būdas ateityje sumažinti energijos suvartojimą pastatuose (Li et al., 2022).

1.3.2. Kintamo srauto vėsinimo sistemų taikymas

Šiuolaikinės vėsinimo sistemos su kintamo srauto aušinimo skysčio suvartojimu (vėsinimo sistemos gebėjimas darbo metu keisti vėsinimo poreikį) plačiai taikomos visuomeniniuose pastatuose, kur centralizuotą oro kondicionavimo sistemą sudaro tipiniai oro ruošimo įrenginiai, taip pat fankoilai

ir kiti prietaisai. Pastato vėsinimo sistemos hidraulinė struktūra skirstoma į pirminį ir antrinį kontūrą. Šaldytuvas (šaltosios energijos šaltinis) yra prijungtas prie pirminio kontūro, o fankoilai ir oro kondicionavimo įrenginiai – prie antrinio kontūro. Hidraulinės sistemos dalis taip pat yra cirkuliacinių siurblių grupė ir uždaramieji bei balansavimo vožtuvai. Tradicinis požiūris projektuojant ir eksploatuojant aušinimo sistemas grindžiamas sistemomis, kuriose aušinimo skysčio sąnaudos yra pastovios. Tai reiškia, kad aušinimo skystis nuolat tiekiamas iš aušintuvo vamzdynais, kurie jį paskirsto į vartojančius įrenginius. Šis tradicinis metodas nėra energiškai efektyvus, nes reikia nuolat vartoti elektros energiją. Taikant naujas sistemas su kintamu aušinimo skysčio suvartojimu, galima įgyvendinti techninius sprendimus, kuriais siekiama sumažinti sunaudojamo aušinamojo vandens kiekį, atsižvelgiant į naudotojų poreikius. Todėl šalto vandens tiekimo sistemos eksploatacinės išlaidos, susijusios su aušinimo skysčio pumpavimu, gerokai sumažėja, o vėliau atsiranda galimybė keisti aušintuvo gaminamą šalčio energiją. Naudojant cirkuliacinius siurblius su kintamu suvartojimu antriniame hidrauliniame kontūre taip pat galima sumažinti siurblių grupių suvartojamą energiją (Yu, 2021).

1.4. Esamos pastato apšvietimo sistemos modernizavimas

Modernizuojant esamą gyvenamųjų pastatų apšvietimo sistemą siekiama pakeisti kaitrines lempas energiją taupančiomis lempomis arba moduliais. Daugiabučiuose gyvenamuosiuose ir savivaldybių viešuosiuose pastatuose paprastai naudojamos kaitrinės arba liuminescencinės lempos, o kai kuriais atvejais – šviesos diodai. Tačiau yra įvairių galimybių optimizuoti apšvietimo sistemas, pavyzdžiui, pastatų viešosiose erdvėse keisti neefektyvias lempas ir įrengti jutiklines apšvietimo valdymo sistemas.

Energiją taupančios lempos pasižymi mažesnėmis energijos sąnaudomis ir ilgesniu tarnavimo laiku; be to, šios lempos nereikalauja jokių papildomų eksploatacinių išlaidų ar priežiūros. Lempučių keitimas gali būti įgyvendinamas tiek individualiai (gyventojai savo namuose įsirengia energiją taupančius apšvietimo prietaisus), tiek pastatų savininkų iniciatyva (energiją taupančių lempų ir modulių įrengimas viešosiose vietose, pavyzdžiui, laiptinėse, įėjimo tambūruose, lauko apšvietimo sistemose).

Yra daugybė pastatų vidaus apšvietimo prietaisų tipų, kurių apsaugos nuo įskilimo klasės yra skirtingos. Veiksmingiausias, paprasčiausias ir nebrangus sprendimas – pakeisti esamus pasenusius šviestuvus energiją taupančiais šviestuvais. Šiuo metu labiausiai paplitusiuose LED arba CFL apšvietimo prietaisuose taip pat įrengti judesio jutikliai. Taip pat yra įvairių tipų apšvietimo prietaisų su įmontuotais prietaisais, užtikrinančiais avarinį apšvietimą dingus elektrai. Judesio ir temperatūros jutikliai gali nustatyti žmonių buvimą ir atitinkamai įjungti arba išjungti apšvietimą. Aplinkos šviesos jutikliai gali daryti tą patį – įjungti šviesą esant arba nesant pakankamam aplinkos apšvietimui (Byun

et al., 2013). Tokie valdymo įtaisai gali būti automatinio pritemdymo ir jungiklių planavimo įtaisai. Ekonominis jutikliais pagrįstų apšvietimo valdiklių patrauklumas priklauso nuo konkretaus pastato, ir tokių veiksnių, kaip darbo valandos, elektros energijos kainos ir pan. Siekiant padidinti energijos vartojimo efektyvumo naudą pastatuose, tikslinga įdiegti apšvietimo valdymo sistemą, kuri geriausiai būtų automatizuota arba apimtų reguliatorių įrengimą. Be geresnio apšvietimo užtikrinimo, pastatų apšvietimui sunaudojamos energijos efektyvumui didinti galima įgyvendinti palaikant šviestuvų švarą, neužblokuojant langų ir naudojant šviesias sienų spalvas (Hong et al., 2019).

Apibendrinant galima teigti, kad yra įvairių būdų, kaip pagerinti pastato energinį efektyvumą ir patalpų vidaus aplinkos kokybę naudojant pastato atitvarų, izoliacijos, įstiklinimo, šildymo, karšto ir šalto vandens tiekimo sistemas, oro kondicionavimo, vėdinimo, vėsinimo ir apšvietimo sistemas. Kiekviename iš 1.1–1.4 poskyrių nagrinėjamos pagrindinės technologijų rūšys, jų privalumai, trūkumai ir taikymas Lietuvoje bei kitose šalyse. Nors šios technologijos teikia didelę naudą, pavyzdžiui, mažina energijos sąnaudas, gerina šiluminį komfortą ir oro kokybę, padeda švelninti klimato kaitą, jos turi ir tam tikrų trūkumų, pavyzdžiui, dideles pradinės investicijas ir priežiūros sąnaudas, gamybos ir šalinimo poveikį aplinkai, techninius ar reguliavimo sunkumus. Todėl svarbu atidžiai įvertinti šių technologijų projektavimą, įrengimą ir valdymo sistemas, kad būtų maksimaliai padidinta jų nauda ir sumažinti jų trūkumai. Be to, siekiant pagerinti šių technologijų veikimą, efektyvumą ir tvarumą, reikia toliau vykdyti mokslinius tyrimus ir plėtrą. Įgyvendindami šiuos sprendimus galime prisidėti prie tvaresnės ir sveikesnės užstatytos aplinkos kūrimo dabartinei ir būsimoms kartoms. Pateikiami keli privalumai ir trūkumai, į kuriuos reikėtų atsižvelgti galvojant apie modernizavimą.

Modernizavimo privalumai:

1. Padidina pastato konkurencinę padėtį rinkoje;
2. Mažina eksploatavimo ir priežiūros išlaidas bei poveikį aplinkai;
3. Padidina neto veiklos pajamas ir turto vertę;
4. Pritraukia ir išlaiko nuomininkus;
5. Apsaugo nuo elektros tarifų rizikos.

Modernizavimo trūkumai:

1. Reikalauja didelių pradinio investicijos kapitalo ir ilgas atsipirkimo laikotarpis;
2. Galima sutrikdyti esamą veiklą ar gyvenimą per modernizavimo procesą;
3. Galima susidurti su techniniais ar teisiniais sunkumais.

2. Modernizavimo situacijos Lietuvoje ir užsienio šalyse analizė

Šiame skyriuje analizuojama modernizavimo situacija Lietuvoje, Vokietijoje, Suomijoje, Latvijoje ir Prancūzijoje. Pagrindinis šios analizės tikslas – įvertinti, kokių iššūkių ir galimybių esama modernizuojant pastatus šiose šalyse ir kaip taikyti geresnę kitų šalių praktiką Lietuvoje.

Šių konkrečių šalių pasirinkimą šiai analizei atlikti lėmė keli pagrindiniai veiksniai. Pirmia, šios šalys yra ekonomiškai stiprios ir turi išvystytą infrastruktūrą, todėl jos yra svarbios pastatų modernizavimo tyrimui. Antra, jos yra Europoje ir turi panašias kaip Lietuvos klimato sąlygas, todėl yra tinkama lyginamoji grupė Lietuvai. Be to, šios šalys pasižymi efektyviu energijos vartojimu ir aplinkosauginiu sąmoningumu, todėl jos yra vertingas pavyzdys siekiant suprasti geriausią pastatų modernizavimo praktiką.

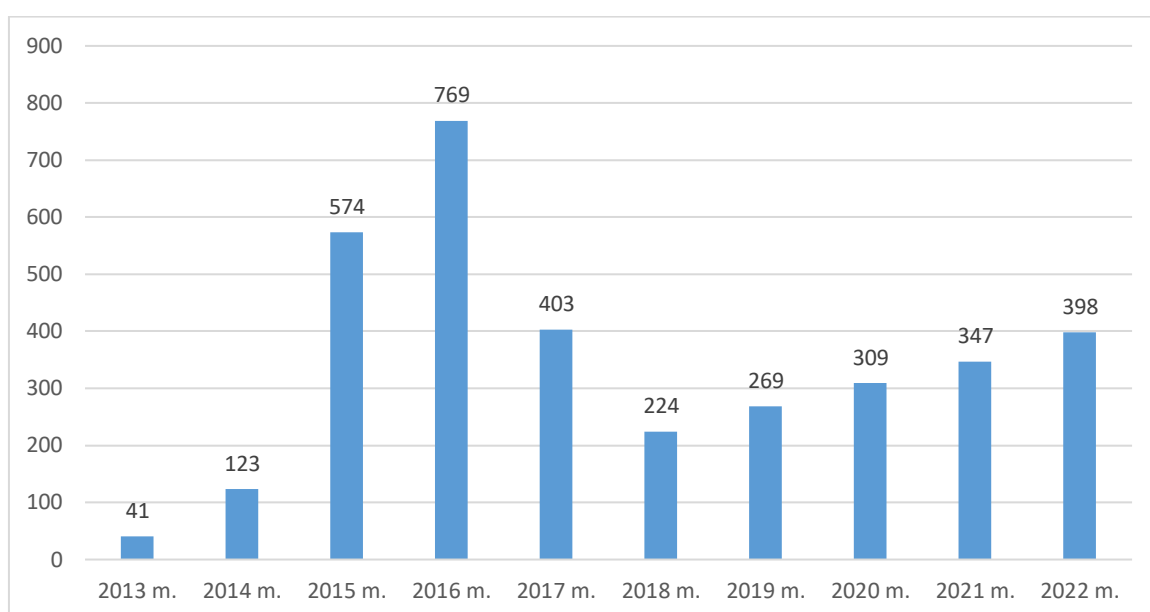
Šiame skyriuje nagrinėjami įvairūs pastatų modernizavimo aspektai, įskaitant energinį efektyvumą, ekonomiškumą ir poveikį aplinkai. Duomenys analizuojami iš įvairių šaltinių, pavyzdžiui, vyriausybinių ataskaitų, pramonės leidinių ir mokslinės literatūros. Šio skyriaus išvados suteiks vertingų įžvalgų apie dabartinę pastatų modernizavimo būklę šiose šalyse ir suteiks informacijos apie būsimas pastangas gerinti pastatų energinį efektyvumą ir poveikį aplinkai Lietuvoje.

2.1. Daugiabučių namų Lietuvoje būklės analizė

2005–2013 m. Lietuvoje buvo taikomas statybos standartas (STR 2.05.01:2005 „Pastatų atitvarų šiluminė technika“). Jame nustatyti didesni normatyviniai reikalavimai pastatų šilumos nuostoliams, palyginti su ankstesniu standartu STR 2.05.01:1999. Statybos standarto įgyvendinimas leido sumažinti energijos sąnaudas naujai statomuose pastatuose vidutiniškai 15–20 %. Nuo 2005 m. iki 2013 m. buvo sutaupyta 526,6 GWh energijos. Siekdama toliau didinti energijos vartojimo efektyvumą, Lietuva įgyvendina programas ir priemones statybos sektoriuje. Pagal Daugiabučių namų modernizavimo programą namų ūkiams teikiamos lengvatinės paskolos pagal atnaujintą finansavimo modelį, o pagal Klimato kaitos specialiosios programos priemonę „Energijos vartojimo efektyvumo didinimas namų ūkiuose“ namų ūkiams, gyvenantiems vieno / dviejų butų ir daugiabučiuose namuose, teikiama diferencijuota 15–30 % subsidija. Viešiesiems pastatams atnaujinti naudojami valstybės, savivaldybių biudžetų ir ES struktūrinių fondų finansiniai ištekliai. Pagal Daugiabučių namų atnaujinimo (modernizavimo) programą 2022 m. sutaupyta apie 1,5 TWh šiluminės energijos ir sumažinta apie 0,4 Mt CO₂ išmetimo į atmosferą. Palyginimui, 2021 m. pagal tą pačią programą sutaupyta apie 1,3 TWh šiluminės energijos ir sumažinta apie 0,35 Mt CO₂ išmetimo į atmosferą (Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija, 2022). Taigi, 2022 m. sutaupyta apie 15,4 % daugiau šiluminės energijos ir sumažinta apie 14,3 % daugiau CO₂ išmetimo į atmosferą nei 2021 m. Pagal Klimato kaitos programos priemonę „Energijos vartojimo efektyvumo didinimas

namų ūkių sektoriuje“ 2022 m. modernizuojant daugiabučius namus buvo sutaupyta 5,32 GWh energijos. Tai yra 14% daugiau nei 2021 m. (APVA, 2022). Renovuojant daugiabučius namus buvo naudojamos įvairios energijos vartojimo efektyvumo didinimo priemonės, tokios kaip pastatų šiltinimas, langų ir durų keitimas, šilumos skaitiklių įrengimas ir kt.

Pastatų modernizavimui Lietuvoje vis daugiau dėmesio skiriama nuo 2011 m., kai Vyriausybė jį įtraukė į strateginius darnaus vystymosi planus. Pagrindinis tikslas buvo 40 % pagerinti pastatų energinį naudingumą ir sumažinti išmetamų šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekį. Projektą rėmė Europos rekonstrukcijos ir plėtros bankas (ERPB) ir kitos institucijos (Bennett, 2021). Lietuvoje modernizuotų daugiabučių namų skaičius pateikiamas 2.1 pav. Be to, 2019 m. Lietuvoje tik 1,26 % daugiabučių gyvenamųjų namų buvo A ar aukštesnės energinės klasės. Lietuvos pastatų fondas pagal energinio naudingumo pateiktas 2.1 lentelėje.



2.1 pav. Lietuvoje modernizuotų daugiabučių namų skaičius (APVA, 2023)

2.1 lentelė. Lietuvos pastatų fondas pagal energinio naudingumo klasę 2019 (NTR, 2021)

Grupė	Energijos naudingumo klasė						Iš viso	Iš viso, %
	≤D	C	B	A	A+	A++		
Gyvenamieji	79.926	31.571	15.501	1.698	283	24	129.004	100%
Individualūs	37.687	23.728	6.866	1.141	115	2	69.540	54%
Daugiabučiai	42.239	7.843	8.634	557	168	22	59.464	46%

Remiantis Lietuvos ilgalaikę pastatų renovacijos strategija, pastatai Lietuvoje suvartoja apie 41 TWh pirminės energijos per metus, apie 26,5 TWh sudaro pirminė energija, pagaminta iš iškastinio kuro, tai lemia 5,3 Mt CO₂ emisiją per metus (Lietuvos Respublikos Seimas, 2021). Remiantis Lietuvos energetikos instituto duomenimis, pastatų sektoriui tenka didelė dalis šalyje suvartojamos energijos ir išmetamų šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekio. Siekdama sumažinti šį išmetamų teršalų kiekį ir padidinti energijos vartojimo efektyvumą, Lietuvos Vyriausybė įgyvendino keletą

politikos kryptių ir programų, skirtų šalies pastatų fondui modernizuoti. Šios iniciatyvos apėmė finansines paskatas pastatų savininkams modernizuoti savo nekilnojamąjį turtą, taip pat privalomus energijos vartojimo auditus ir pastatų efektyvumo įvertinimus.

Viena iš pagrindinių technologijų, naudojamų modernizuojant pastatus Lietuvoje, yra izoliacija. Pagerinus pastatų šilumines savybes, šiltinimas gali gerokai sumažinti energijos suvartojimą ir išlaidas šildymui bei vėsinimui. Kitos naudojamos technologijos – energiją taupanti apšvietimo sistema ir prietaisai, taip pat atsinaujinančiosios energijos sistemos, pavyzdžiui, saulės kolektoriai ir vėjo turbinos.

Pastatų modernizavimas Lietuvoje turi keletą potencialių privalumų. Pirma, dėl didesnio energijos vartojimo efektyvumo gali sumažėti pastatų savininkų išlaidos energijai, todėl investicijos į modernizavimą gali būti finansiškai naudingos. Antra, modernizavimas gali pagerinti pastatų komfortą ir gyvenimo sąlygas, todėl jie taps patrauklesni nuomininkams ar pirkėjams. Galiausiai, dėl modernizavimo sumažėjęs energijos suvartojimas ir išmetamų šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekis gali prisidėti prie Lietuvos pastangų kovoti su klimato kaita.

Lietuvoje taip pat yra vykdoma „Renovacijos banga“ – tai iniciatyva, kuria siekiama didinti daugiabučių namų energijos vartojimo efektyvumą Lietuvoje, sukuriant inovatyvią investicijų platformą. Šią platformą valdo Šiaulių bankas, o ją finansuoja Europos Sąjunga per Europos regioninės plėtros fondą. Valstybė į platformą planuoja investuoti 50 mln. Eurų ES lėšų, siekdama pritraukti dar 250 mln. Eurų iš privačių nacionalinių ir tarptautinių finansuotojų. Šios lėšos bus naudojamos lengvatinėms paskoloms daugiabučių namų energijos vartojimo efektyvumui didinti. Tikimasi, kad šia iniciatyva pasinaudos apie 22 tūkst. Namų ūkių visoje šalyje. Renovacijos banga yra platesnės strategijos dalis, kuria siekiama paspartinti daugiabučių namų modernizavimą ir prisidėti prie to, kad iki 2050 m. Europoje nebūtų išmetama CO₂ (Lietuvos Respublikos finansų ministerija, 2021).

Energetinių paslaugų bendrovė ESCO (angl. *Energy Service Company*), sudarydama energetinių paslaugų sutartį (angl. *Energy Performance Contract*) su pastato valdytoju, investuoja į priemones, padedančias gerinti pastato energinį efektyvumą, o didžiąją dalį investicijoms skirtų lėšų atgauna per sutarties galiojimo laikotarpį iš būsimų energijos sutaupymų. Šio modelio esmė – pasiekti kuo didesnį energijos sutaupymo efektą, nepatiriant didelių pradinių investicijų. Kaip jau minėta, energetinių paslaugų sutartimi garantuojamas tam tikro lygio energijos sutaupymas pastate įdiegus energiją taupančias priemones (Verslo Žinios, 2016).

2.1.1. Daugiabučių namų modernizavimo programa Lietuvoje

Lietuvos Respublikos Vyriausybė 2021 m. kovo 31 d. protokoliniu sprendimu pritarė Lietuvos ilgalaikiai renovacijos strategijai, kuri numato, kad iki 2050 m. visi Lietuvos pastatai turės

tapti nepriklausomi nuo iškastinio kuro ir nešvaistytų energijos. Ši strategija yra Europos Sąjungos pastatų energinio naudingumo direktyvos reikalavimas ir siekia prisidėti prie klimato neutralumo tikslo. Pagal strategiją planuojama iki 2050 m. modernizuoti 440 tūkst. Pastatų arba 110 mln. Kv. m. jų plotą ir sumažinti jų CO₂ emisijas iki nulio. Aplinkos ministerija parengė įgyvendinimo planą, skirtą kvartalų modernizavimui skatinti (Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija, 2021).

Daugiabučių namų modernizavimo programa buvo pradėta įgyvendinti 2005 m. Nuo to laiko buvo padaryta keletas daugiabučių namų atnaujinimą reglamentuojančių teisės aktų pakeitimų, peržiūrėtos ir atnaujintos programos taisyklės ir sąlygos, kad dalyvavimas programoje būtų kuo paprastesnis.

Pradinės dalyvavimo daugiabučių namų modernizavimo programoje sąlygos:

- Programoje gali dalyvauti tik daugiabučiai namai (daugiabutis namas – tai gyvenamasis namas su trimis ar daugiau butų, kuriame taip pat gali būti negyvenamosios patalpos, pavyzdžiui, komercinės, administracinės, maitinimo ir kitos patalpos);
- Namas turi būti pastatytas pagal statybos techninius normatyvus, galiojusius iki 1993 m.

Šiuo metu namų savininkai gali pasirinkti, ar įgyvendinti modernizavimo projektą pagal Vyriausybės patvirtintą programą, ar pagal atitinkamas savivaldybių programas:

- **Atnaujinimas administratorių arba bendrijų pirmininkų iniciatyva:** pagal šį modelį daugiabučių namų modernizavimas vykdoma gyventojų iniciatyva per bendrijos pirmininką, daugiabučio namo administratorių arba daugiabutį namą administruojančią įmonę. Čia svarbi gyventojų iniciatyva ir sutikimas dalyvauti programoje. Daugiabučio namo butų savininkai gali dalyvauti programoje savo lėšomis arba kreipdamiesi į finansų įstaigą dėl paskolos.
- **Atnaujinimas savivaldybių iniciatyva:** savivaldybės savo iniciatyva atrenka energetiškai neefektyviausius daugiabučius namus (kai kuriais atvejais gyventojai nurodo energetiškai neefektyviausius pastatus) ir paskiria programos administratorius, kurie vykdo šių daugiabučių namų atnaujinimą. Šio modelio esmė yra ta, kad namų savininkai patys neturi prisiimti jokios organizacinės, kreditavimo ir projekto įgyvendinimo rizikos (APVA, 2022).

2.1.2. Lietuvos modernizavimo geroji praktika

Šiame skyriuje pateikiami daugiabučių namų modernizavimo pavyzdžiai Lietuvoje. Vienas pavyzdžių – saulės energiją naudojantis daugiabutis namas Marijampolėje, Draugystės g. 25A. Šio namo gyventojai jau beveik metus džiaugiasi šiltesniais ir gražesniais namais bei išaugusia nekilnojamojo turto verte. Po modernizavimo pastatas pasiekė B energinio naudingumo klasę. Name įrengta saulės kolektorių sistema, kuri padeda sutaupyti daugiau kaip 50 % energijos, reikalingos vandeniui šildyti, ir taip gerokai sušvelninti namo poveikį aplinkai (Delfi, 2021).

- Statybos metai: 1981;

- Butų skaičius: 55;
- Aukštų skaičius: 5;
- Pasiektas skaičiuojamos energijos sąnaudų sumažėjimas: 76 %;
- Išmetamo ŠESD sumažėjimas (CO₂ ekv./metus): 150 t;
- Investicijos kv. m. iki valstybės paramos suteikimo: 253 Eur;
- Pasiekta energetinio efektyvumo klase: B.



2.2 pav. Marijampolėje esančio daugiabučio namo modernizavimas (Delfi, 2021)

Kitas pavyzdys yra šimtmečio istoriją turintis pastatas – Stoties g. 14, esantis renovuotas daugiabutis namas yra vienas seniausių pastatų Šiauliuose. 1921 m. pastatytame name iš pradžių veikė saldinių ir šokolado fabrikas „Birutė“, o po Antrojo pasaulinio karo buvo rekonstruotas į gyvenamąjį namą. Dabar išlikę architektūrinės fasado detalės rodo šimtametę pastato istoriją, o estetiškas vaizdas skatina vis daugiau Šiaulių gyventojų apsvarstyti galimybę modernizuoti savo būstą.

Apšiltinus pastatą ir modernizavus šildymo sistemą, gyvenimo išlaidos sumažėjo daugiau kaip 40 % (Visockienė, 2021).



2.3 pav. Modernizuotas Šiaulių daugiabutis namas (Visockienė, 2021)

Apibendrinant galima daryti išvadą, kad pastatų modernizavimas yra svarbus klausimas Lietuvoje, nes pastatų sektorius atlieka svarbų vaidmenį šalies energijos suvartojimo ir šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimo srityje. Naudodama tokias technologijas, kaip izoliacija ir atsinaujinančiosios energijos sistemos, Lietuva stengiasi didinti savo pastatų fondo energinį efektyvumą ir tvarumą. Šių modernizavimo pastangų nauda – mažesnės energijos sąnaudos, didesnis komfortas ir geresnės gyvenimo sąlygos bei mažesnė šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisija.

2.2. Daugiabučių namų Suomijoje būklės analizė

Pagal Būsto bendrovių įstatymą reikalaujama, kad pastatai turėtų priežiūros planą ateinantiems penkeriems metams. Tačiau, siekiant valdyti būsto išlaidas ir būsto bendrovių finansus, priežiūros poreikiai turėtų būti vertinami ilgesniam laikotarpiui. Tokį vertinimą galima atlikti naudojantis pastato techninės priežiūros dokumentais, įvertinus pastato būklę ir atlikus įvairias pastato apžiūras. Atliekant pastato būklės vertinimą, patartina atnaujinti pastato energinio efektyvumo tyrimą ir energijos vartojimo sertifikatą. Pastato energijos suvartojimui įtakos turi ne tik pastato paskirtis ir pastato konstrukcijos, bet ir pastato technologijos, šildymas ir vėdinimas. Jei įranga nėra tinkamai prižiūrima, energijos suvartojimas didėja (City of Helsinki, 2021).

Bendra modernizavimo padėtis Suomijoje

Suomija yra šalis, kuri per pastarąjį šimtmetį iš kaimo ir agrarinės visuomenės tapo modernia ir industrializuota. Suomijos modernizavimo procesui įtakos turėjo istorinis ir geopolitinis kontekstas, taip pat įsipareigojimas laikytis JT darnaus vystymosi darbotvarkės iki 2030 m. Keletas svarbiausių Suomijos modernizavimo bruožų: aukštos kokybės švietimas, lygybės skatinimas, socialinės gerovės sistema, aplinkos apsauga ir tarptautinis bendradarbiavimas. Modernizuodama Suomija taip pat

susidūrė su tam tikrais iššūkiais, tokiais kaip visuomenės senėjimas, ekonominiai svyravimai ir regioniniai skirtumai. Suomijos modernizavimas gali būti laikoma pavyzdžiu, kaip maža Šiaurės šalis gali pasiekti socialinį teisingumą, ekonominį tvarumą ir atsakomybę už aplinką globalizuotame pasaulyje (OECD, 2022).

Siekdama paskatinti tvirtą atsigavimą ir užtikrinti, kad Suomija būtų pasirengusi ateičiai po precedento neturinčios pandemijos sukeltos krizės, Suomija 2021 m. gegužės mėn. pateikė Europos Komisijai savo atsigavimo ir atsparumo planą. Planą sudaro 39 investicijos ir 18 reformų, kurios bus remiamos 2,1 mlrd. eurų dotacijomis iš Atsigavimo ir atsparumo didinimo priemonės. Planu siekiama paspartinti skaitmeninę transformaciją, mokslinius tyrimus ir investicijas į ekologinį perėjimą, skatinti užimtumą ir įgūdžių tobulinimą, gerinti sveikatos priežiūros ir socialinių paslaugų prieinamumą visoje šalyje. Planu taip pat bus remiami klimato tikslai ir skaitmeninis perėjimas: 50 % plano lėšų bus skirta klimato kaitos veiksams, o 27 % (European Commission, 2022).

Suomijos modernizavimą taip pat remia jos dalyvavimas Europos semestro procese, kuris yra ekonominės politikos koordinavimo visoje Europos Sąjungoje pagrindas. Suomijai skirtus Europos semestro dokumentus sudaro metinė šalies ataskaita, kurioje įvertinama Suomijos ekonominė ir socialinė padėtis ir nurodomi pagrindiniai iššūkiai; nacionalinė reformų programa, kurioje išdėstyti Suomijos politiniai atsakai į šiuos iššūkius; ir konkrečiai šaliai skirtos rekomendacijos, kuriose pateikiamos gairės, kaip skatinti ekonomikos augimą ir darbo vietų kūrimą, kartu išlaikant patikimus viešuosius finansus. Šiuose dokumentuose atsispindi Suomijos pažanga ir prioritetai įgyvendinant struktūrines reformas ir investicijas, kuriomis skatinamas šalies modernizavimas (European Commission, 2022).

Suomijos pastatams modernizuoti naudojamos technologijos

Suomijoje taip pat yra daug galimybių ir iniciatyvų, susijusių su pastatų modernizavimu. Visų pirma, Suomijoje pastatų modernizavimui naudojamos arba kuriamos įvairios technologijos, kuriomis siekiama pagerinti energijos vartojimo efektyvumą, patalpų aplinkos kokybę ir žiedinę ekonomiką. Keletas šių technologijų pavyzdžių:

- **Išmaniosios matavimo ir valdymo sistemos:** Tai sistemos, kuriomis matuojamas ir stebimas energijos suvartojimas ir vidaus patalpų sąlygos pastatuose, taip pat užtikrinamas grįžtamasis ryšys ir valdymo galimybės, siekiant optimizuoti pastatų eksploatacines savybes ir komfortą. Pavyzdžiui, Lahtyje, 2021 m. Europos žaliojoje sostinėje, įdiegta išmanioji matavimo sistema, apimanti 99 % centralizuoto šilumos tiekimo tinklo, leidžianti vartotojams stebėti savo energijos suvartojimą ir internetu reguliuoti šildymo nustatymus. Kitas pavyzdys – „Granlund Manager“ – Suomijos bendrovės, teikiančios pastatų energijos valdymo ir priežiūros paslaugas, sukurta programinė įranga (Euronews, 2021).

- **Atsinaujinantys energijos šaltiniai:** Tai šaltiniai, kurie gamina energiją iš gamtinių išteklių, kurie laikui bėgant atsinaujina, pavyzdžiui, saulės, vėjo, biomasės, geoterminės ar hidroenergijos. Pavyzdžiui, Suomijos „Žaliosios statybų revoliucijos“ projektu siekiama didinti medienos medžiagų ir gaminių naudojimą pastatų statybai ir modernizavimui, nes mediena yra atsinaujinantis išteklis, galintis kaupti anglies dioksidą. Kitas pavyzdys – bandomasis projektas „Solaroad“, kurio metu tikrinama, ar įmanoma saulės baterijas integruoti į dviračių takus ir gaminti elektros energiją (IMF, 2021).
- **Energetiškai efektyvios pastatų apvalkalų konstrukcijos:** Tai išorinį pastatų sluoksnį sudarantys komponentai, pavyzdžiui, sienos, stogai, langai ir durys, užtikrinantys šilumos izoliaciją ir apsaugą nuo išorės sąlygų. Energiškai efektyvios pastatų atitvaros gali sumažinti pastatų šilumos nuostolius arba šilumos pritekėjimą ir taip sumažinti energijos poreikį šildymui ir vėsinimui. Kitas pavyzdys – vakuuminės izoliacinės plokštės – technologija, kuria sumažinamas izoliacijos storis, todėl gaminys yra penkis kartus efektyvesnis už tradicinę izoliaciją.
- **Patalpų aplinkos kokybės sistemos:** Tai sistemos, gerinančios pastato gyventojų fizinę ir psichologinę gerovę, užtikrinant tinkamą vėdinimą, apšvietimą, akustiką ir oro kokybę. Šios sistemos gali pagerinti pastato naudotojų produktyvumą, sveikatą ir pasitenkinimą, taip pat sumažinti energijos suvartojimą ir pastatų išmetamų teršalų kiekį. Pavyzdžiui, „Halton“ yra Suomijos bendrovė, kurianti naujoviškus patalpų oro kokybės valdymo sprendimus, pavyzdžiui, pagal poreikį valdomą vėdinimą, oro valymą ir oro paskirstymą. Kitas pavyzdys – į žmogų orientuotas apšvietimas (angl. *Human Centric Lighting*, HCL) – technologija, kuri reguliuoja dirbtinio apšvietimo intensyvumą ir spalvų temperatūrą pagal natūralų žmogaus cirkadinį ritmą.

Suomijos modernizavimo geroji praktika

Espo mieste įsikūrusi būsto bendrovė *Säästökontu* buvo apdovanota „Fasadų renovacija 2021“ apdovanojimu už sėkmingą fasado modernizavimą. Architekto Viljo Revello suprojektuotas 60-ųjų Taskumatttalo fasadas Tapioloje spindi, už suremontuoto išorinio apvalkalo slėpdamas daugybę profesionaliai suprojektuotų ir atliktų reiklų detalių. Unikalaus daugiabučio namo fasado modernizavimas yra geras tendencijų formuotojas kitiems trims ant tos pačios kalvos esantiems Taskumattitalos pastatams. Säästökonnu fasado modernizavimas prasidėjo nuo prastos būklės medinių langų. Buvo atlikti fasado ir langų konstrukcijų tyrimai. Langų remonto planai buvo pateikti Espo miesto Statybų kontrolės departamentui. Kadangi Taskumattittalo rajonas yra Tapiola RKY teritorijos dalis, kuriai suteiktas paveldosauginis statusas zonavimo ir pastato išvaizdos požiūriu, kreipiantis dėl leidimo taip pat reikėjo Espo miesto muziejaus pažymos.

Modernizavimo projekto kaina siekė 1,12 mln. eurų, įskaitant techninę pirmojo aukšto dažymo priežiūrą. Statybos darbai pradėti 2019 m. gegužės mėn. ir priimti 2020 m. sausio mėn. Būsto bendrovės „Säästökonnu“ sutaupytos energijos kiekis buvo stulbinantis, palyginti su kitomis tokio pat laikotarpio būsto bendrovėmis. Būsto bendrovėje buvo įrengta šilumos atgavimo sistema, o dabar, kai suremontuotas fasadas, sutaupyta apie 60 % energijos. Šis modernizavimo projektas yra puikus geros gyvenamųjų namų modernizavimo praktikos Suomijoje pavyzdys. Jis rodo kruopštų planavimą ir vykdymą, dėmesį detalėms ir architektūros išsaugojimui bei didelį energijos sutaupymą. Už sėkmingą projekto įgyvendinimą buvo įvertintas apdovanojimu ir yra panašių projektų tendencijų formuotojas (Takala-Karppanen, 2022).



2.4 pav. Suomijoje esančio daugiabučio namo modernizavimas (Takala-Karppanen, 2022)

2.3. Daugiabučių namų Latvijoje būklės analizė

Latvijos būsto kapitalas sparčiai sensta. Nuo 2003 m. Latvijoje pastatyta ~10 % visų gyvenamųjų namų ir tik 3 % visų daugiabučių namų (4 % nuo 1993 m.), kai įsigaliojo nauji statybos normų reikalavimai pastatų atitvaroms – statybos standartas 002-001 „Pastatų atitvarų šiluminė technika“, kuriame nustatyti gerokai aukštesni šilumos inžinerijos reikalavimai pastatų atitvaroms. Valstybė, vietos savivaldos institucijos ir gyventojai susiduria su iššūkiais, susijusiais su nelaiku atliekama ir neoptimalia pastatų priežiūra. Be to, kartu su pastatų fondo senėjimu ir palyginti prasta jų technine būkle, esamas gyvenamasis fondas tampa mažiau energiška ir efektyvia. Ūkio ministerijos skaičiavimais, šiuo metu reikia atnaujinti daugiau kaip 23 000 pastatų (daugiabučių namų sektoriuje), nors prognozuojama, kad dabartiniu ES fondų programavimo laikotarpiu, turint lėšų galima atnaujinti apie 1 700 daugiabučių gyvenamųjų namų (European Commission, 2020).

Bendra modernizavimo padėtis Latvijoje

Bendra gyvenamųjų namų modernizavimo situacija Latvijoje yra tokia, kad dauguma esamų gyvenamųjų namų, įskaitant daugiabučius namus, buvo pastatyti sovietmečiu. Dabartinę situaciją atspindi dabartinė realybė – didelis gyvenamojo fondo nusidėvėjimas ir prasta bendra jo būklė. Bendras Latvijos daugiabučių gyvenamųjų namų fondas ir toliau sensta. Dauguma gyvenamųjų pastatų Latvijoje buvo pastatyti sovietmečiu (1946-1990 m.), ir tik labai nedidelė dalis pastatų pastatyta po šalies nepriklausomybės atkūrimo. Todėl bendrą pastatų būklę Latvijoje galima vertinti kaip prastą ar net nepatenkinamą. Kai kurie daugiabučiai pastatai yra tokie nusidėvėję, kad kelia pavojų tiek nuomininkų, tiek aplinkinių gyventojų saugumui ir sveikatai. Daugiabučių namų savininkų ir valdytojų dalyvavimas atnaujinant gyvenamąjį fondą daugiausia susijęs su finansavimu, kurio jie patys negali sau leisti investuoti. Daugiabučių gyvenamųjų namų atnaujinimo paramos mechanizmas yra Europos Sąjungos lėšos, taip pat Latvijos investicijų ir plėtros agentūra (LIAA) ir ALTUM (Lūce et al., 2021).

Latvijos ekonomikos ministerija teigia, kad pastatų fondas Latvijoje 2020 m. yra įvairus ir apima gyvenamuosius, komercinius ir pramoninius pastatus. Tačiau dauguma šių pastatų yra pasenę ir neefektyvūs, nes daugiau kaip 70 % pastatų fondo Latvijoje pastatyta iki 1990 m., o didelė dalis šių pastatų yra senesni nei 30 metų. Todėl Latvijos vyriausybė stengiasi modernizuoti pastatų fondą taikydama įvairias politikos priemones ir reguliavimo sistemas, pavyzdžiui, Latvijos pastatų atnaujinimo planą ir Pastatų energinio naudingumo direktyvą – EPBD (angl. *Energy Performance of Buildings Directive*). Tačiau modernizavimas nėra lengva ar pigi užduotis, ir vis dar yra daug kliūčių, trukdančių plačiai tobulinti pastatų fondą Latvijoje (Ministry of Economics of the Republic of Latvia, 2022).

Pagal Eurostat duomenimis, 2020 m. tik 8,1 % Latvijos gyventojų nuomojosi būstą rinkos kainomis, o didžioji dalis gyventojų (68,5 %) savo būstą valdė tiesiogiai, be paskolos, daugiausia dėl plataus masto privatizavimo proceso po nepriklausomybės atgavimo (Eurostat, 2023).

Pastaraisiais metais Latvijos vyriausybė daug dėmesio skyrė pastatams modernizuoti kaip priemonei pagerinti pastatų fondo energinį efektyvumą ir bendrąsias eksploatacines savybes. Modernizavimui remti buvo įgyvendintos įvairios politikos ir reguliavimo sistemos, įskaitant Latvijos pastatų atnaujinimo planą ir EPBD. Tačiau modernizavimas gali būti sudėtingas ir brangus procesas, todėl vis dar yra nemažai iššūkių, kuriuos reikia įveikti, kad pastatų fondas Latvijoje būtų plačiai modernizuotas. Taip pat pastatų savininkams ir valdytojams trūksta finansinių išteklių ir paskatų. Pagrindinis daugiabučių namų modernizavimo finansavimo šaltinis Latvijoje yra Europos Sąjungos lėšos, kurias administruoja Latvijos investicijų ir plėtros agentūra (LIAA) ir valstybinė plėtros finansavimo įstaiga ALTUM (Lūce et al., 2021). Tačiau šios lėšos yra ribotos ir konkurencingos, todėl reikalingas bendras savininkų ar kitų šaltinių finansavimas. Be to, daugelis savininkų nenori

investuoti į modernizavimą dėl mažų pajamų, didelių skolų arba nepasitikėjimo darbų nauda ir kokybe.

Latvijos modernizavimo geroji praktika

Vienas iš sėkmingos gyvenamųjų namų modernizavimo Latvijoje pavyzdžių – 467 serijos penkiaaukščio daugiabučio namo Jelgavos g. 20, Olaine, modernizavimo projektas. Pastatas pastatytas 1977 m., jame yra 60 butų. Modernizavimo projektu buvo siekiama pagerinti pastato energinį efektyvumą apšiltinant rūšį, fasadą, cokolį, stogą, pakeičiant lauko duris ir langus, įrengiant naują šildymo sistemą ir lietaus vandens nuvedimą, modernizuojant vėdinimo sistemą ir įrengiant žaibosaugą. Projektą iš dalies finansavo Europos regioninės plėtros fondas (ERPF) pagal Latvijos finansų įstaigos ALTUM įgyvendinamą valstybės paramos daugiabučių namų energiniam efektyvumui didinti programą. Visos projekto išlaidos sudarė 466 166,15 euro, iš kurių 233 083,08 euro padengė ERPF dotacija. Statybos darbus atliko UAB „GS Celt“, statybos techninę priežiūrą – UAB „Kasro“, o autorinę priežiūrą – UAB „Architektūra ir aplinka“ (Olaïne, 2022).

Įgyvendinus modernizavimo projektą gerokai sumažėjo šilumos energijos sąnaudos šildymui ir karštam vandeniui ruošti. Remiantis energijos vartojimo audito duomenimis, įgyvendinus projektą planuojama sutaupyti 54,9 % šilumos energijos šildymui. Vidutinis šilumos energijos suvartojimas šildymui per metus iki projekto įgyvendinimo buvo 109,2 kWh/m², o po projekto įgyvendinimo planuojama, kad jis bus 49,25 kWh/m². Pastato Jelgavos g. 20 bendras šilumos energijos suvartojimas per metus buvo 174,78 kWh/m², tačiau po modernizavimo planuojama, kad jis bus 108,54 kWh/m². Modernizavimo projektui taip pat padėjo Olainės savivaldybė, kuri suteikė finansinę paramą butų savininkams rengiant projekto paraišką ES finansavimui gauti ir padengiant banko palūkanų įmokas. Be to, jei namas įgyvendina visišką modernizavimą, jo butų savininkams penkerius metus nuo priėmimo-perdavimo akto pasirašymo dienos taikoma iki 90 % nekilnojamojo turto mokesčio lengvata. Jelgavos g. 20 modernizavimo projektas rodo gerą gyvenamųjų namų modernizavimo praktiką Latvijoje, kuri prisideda prie gyventojų gyvenimo sąlygų gerinimo, šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijos mažinimo ir miesto aplinkos gerinimo (Olaïne, 2022).



2.5 pav. Latvijoje esančio daugiabučio namo modernizavimas (Olaïne, 2022)

2.4. Daugiabučių namų Vokietijoje būklės analizė

Vokietija nustatė ambicingą tikslą iki 2050 m. pasiekti praktiškai klimatui neutralų pastatų sektorių, kuriam reikia didelių energijos efektyvumo ir atsinaujinančių energijos šaltinių naudojimo pastatuose gerinimų. Siekdama šio tikslo, federalinė vyriausybė pradėjo įvairias iniciatyvas ir programas, kai kurios iš jų buvo sujungtos ir sustiprintos nuo 2020 m. Pagrindinis instrumentas yra „Federalinis finansavimas efektyviems pastatams“ (BEG), siūlantis skirtingus modulius gyvenamiesiems ir negyvenamiesiems pastatams, taip pat atskiras priemones atsinaujinančių energijos sistemų ir energijos efektyvumo gerinimui. BEG pakeičia ankstesnes KfW ir BAFA programas ir suteikia dotacijas ar paskolas su palūkanų subsidijomis. Kaip alternatyvą federaliniam finansavimui, namų savininkai taip pat gali pasirinkti mokesčių lengvatas energiškai efektyviai gyvenamųjų pastatų modernizavimui. Be to, vyriausybė padidino finansavimą pastatams atnaujinti kaip dalį COVID-19 skatinimo paketo 2020 m. birželio mėn. 2020 m. lapkričio mėn. įsigaliojo naujas „Pastatų energijos įstatymas“ (GEG), kuris suderina esamas taisykles dėl energijos reikalavimų ir atsinaujinančios energijos naudojimo pastatuose (EnEV ir EEWärmeG) ir nustato minimalius standartus naujiems ir esamiems pastatams (Odyssee Mure, 2021).

Nepaisant šių pastangų, Vokietijos gyvenamieji pastatai vis dar susiduria su kai kuriomis problemomis. Pagal Vokietijos Federalinę statistikos tarnybą (Destatis), būstų statybos leidimų skaičius kiekvieną mėnesį mažėja nuo 2022 m. gegužės mėn. ir 2023 m. vasario mėn. pasiekė 20,6% sumažėjimą, palyginus su tuo pačiu mėnesiu prieš metus. Tai tikriausiai dėl didelių statybos medžiagų kaštų ir blogėjančių finansavimo sąlygų pandemijos metu (Destatis, 2023). Be to, Vokietijoje namų nuosavybės lygis yra santykinai žemas palyginus su kitomis Europos šalimis – 49,5% 2021 m. (Statista, 2023). Tai reiškia, kad pusė gyventojų savo būstus nuomoja, o tai mažina tiek nuomininkų, tiek nuomotojų paskatas efektyviam energijos modernizavimui. Be to, dauguma būstų Vokietijoje

susideda iš keturių kambarių ar mažiau, o tai reiškia ribotą gyvenamąją vietą vienam gyventojui ir galimą poreikį statyti daugiau būstų.

Bendra modernizavimo padėtis Vokietijoje

Vokietijos federalinės aplinkos agentūros (UBA) duomenimis (2021 m.), Vokietijoje yra vienas didžiausių pastatų fondų Europoje – daugiau kaip 43 mln. pastatų. Pastatų fondą Vokietijoje sudaro gyvenamųjų, komercinių ir pramoninių pastatų, kurių amžius ir tipas skiriasi, derinys. Dauguma pastatų Vokietijoje (daugiau kaip 60 %) pastatyti iki 1980 m. ir yra senesni nei 40 metų. Daugelį šių senų pastatų reikia renovuoti, nes dažnai jie yra neefektyvūs ir neatitinka dabartinių energijos vartojimo efektyvumo, prieinamumo ir saugos standartų. Pavyzdžiui, Vokietijos energetikos agentūros (2020 m.) atlikto tyrimo duomenimis, apie 35 % visų pastatų Vokietijoje neatitinka minimalių energinio efektyvumo reikalavimų, nustatytų EPBD (OEKO, 2020). Šie seni pastatai taip pat yra labiau linkę į struktūrinius pažeidimus ir jų priežiūros išlaidos yra didesnės nei naujesnių pastatų.

UBA siekia iki 2050 m. Vokietijos pastatų fondą paversti beveik neutraliu klimato atžvilgiu, o iki 2030 m., palyginus su 2014 m. atskaitos tašku, išmetamų šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekį sumažinti 40 %, Šiems klimato kaitos tikslams pasiekti reikės gerokai padidinti dabartinį pastatų sektoriaus atnaujinimo lygį. Stogų ir sienų šiltinimas, aukštos izoliacijos durys ir langai bei šilumos tiltelių panaikinimas kartu su efektyvia šilumos gamyba, daugiausia iš atsinaujinančiųjų išteklių, yra patikrintos priemonės, leidžiančios sumažinti šilumos suvartojimą gyvenamuosiuose pastatuose (OEKO, 2020). Be to, pastatas, modernizuotas siekiant pagerinti jo energinį naudingumą, yra patogesnė ir jaukesnė gyvenamoji erdvė. Naujos statybos sektoriui turi būti nustatyti ambicingi energijos vartojimo standartai, nes pastatas, kartą pastatytas, energiją vartoja daugelį metų. Nuo 2021 m. visoje ES bus taikomas beveik nulinės energijos standartas. Prie klimato apsaugos ir išteklių tausojimo prisideda ir tvarios statybinės medžiagos iš atsinaujinančiųjų šaltinių.

Pastaraisiais metais Vokietijos vyriausybė daug dėmesio skyrė pastatų modernizavimui, kaip priemonei pagerinti pastatų fondo energinį efektyvumą ir bendrąsias eksploatacines savybes. Modernizavimui remti buvo įgyvendinta daug politikos ir reguliavimo priemonių, įskaitant EPBD ir Vokietijos nacionalinį energijos vartojimo efektyvumo veiksmų planą (NAPE). Tačiau modernizavimas gali būti sudėtingas ir brangus procesas, todėl vis dar yra nemažai iššūkių, kuriuos reikia įveikti, kad pastatų fondas Vokietijoje būtų plačiai modernizuotas.

Vokietijos modernizavimo geroji praktika

Projektas „Jugendwohnen Köln-Ehrenfeld“ yra geras gyvenamųjų namų modernizavimo praktikos Vokietijoje pavyzdys. Projektas buvo baigtas 2021 m., po maždaug dvejus metus trukusio

planavimo ir statybų. Projekto rezultatas – modernus ir patogus gyvenamasis pastatas, atitinkantis jaunų gyventojų poreikius ir lūkesčius, taip pat aplinkosauginius ir socialinius užsakovo tikslus (Heinze, 2022). Projekto metu buvo modernizuotas ir išplėstas esamas pastatas, pastatytas XX a. šeštojo dešimtmečio pradžioje kaip jaunų darbininkų bendrabutis. Pastatas yra centriname ir judriame Kelno rajone, jame apgyvendinami ir remiami jauni žmonės, besimokantys profesinio mokymo ar švietimo įstaigose mieste. Projektu siekta pagerinti pastato konstrukcines, funkcines ir estetines savybes, taip pat padidinti jo energinį efektyvumą ir tvarumą. Projektą sudarė kelios inžinerinės veiklos:

- Senojo stogo pakeitimas nauju, geriau izoliuojančiu ir vėdinančiu;
- Naujų langų ir durų, pasižyminčių geresnėmis šiluminėmis ir akustinėmis savybėmis, įrengimas;
- Elektros, vandentiekio ir šildymo sistemų modernizavimas, kad jos atitiktų galiojančius standartus ir taisykles;
- Įrengtas liftas ir du kambariai, pritaikyti neįgaliųjų vežimėliams, siekiant pagerinti gyventojų prieinamumą ir mobilumą;
- Sukurtos naujos bendrojo naudojimo erdvės, pavyzdžiui, virtuvės, vonios kambariai ir bendrasis kambarys, kuriuose įrengti modernūs prietaisai ir baldai;
- Pritaikyta nauja interjero apdaila ir spalvos, kurios sukuria jaukią ir kviečiančią atmosferą (Heinze, 2022).



2.6 pav. Vokietijoje esančio daugiabučio namo modernizavimas (Heinze, 2022)

2.5. Daugiabučių namų Prancūzijoje būklės analizė

Prancūzijoje pirmasis šiluminių pastatų kodeksas (RT) buvo įgyvendintas 1974 m. ir nuo to laiko septynis kartus atnaujintas ir sugriežtintas. Paskutinis atnaujintas dokumentas (RE2020) yra ypač didelio siekio – maksimalus visų galutinių vartotojų suvartojimas turi būti 100 kWh/m². Vis dėlto trys ketvirtadaliai dabartinių pastatų buvo pastatyti be statybos kodeksų. Todėl, net ir dedant dideles pastangas nuo 2000 m., vidutinis pastatų fondo rodiklis pagal energijos suvartojimą vienam kvadratiniam metrui yra vienas prasčiausių Europoje. Šiandien šiuose senuose pastatuose galima sutaupyti daug energijos, o pastatų sektorius yra vienas svarbiausių šalies energijos vartojimo efektyvumo politikos plano prioritetų. Konkretūs su pastatais susiję energijos taupymo tikslai nustatyti 2015 m. Pereinamojo laikotarpio energetikos įstatyme: 2050 m. 28 % sumažinti galutinį energijos suvartojimą, palyginti su 2012 m. lygiu; kasmet modernizuoti 500 000 esamų būstų, iš kurių pusė turėtų būti pažeidžiamų vartotojų. Prancūzijos vyriausybė siūlo politinio reguliavimo, paskatų ir paramos derinį, skirtą tiek gyvenamiesiems, tiek komerciniams pastatams (Odyssee Mure, 2022):

- Statybos kodeksai „RE 2020“ – nauji pastatai

Reikalaujama, kad visuose naujuose pastatuose būtų pagaminama daugiau energijos, nei jos suvartojama, remiantis teigiamos energijos pastatų (PEB) principu (t. y. reikalaujama, kad naujuose gyvenamuosiuose pastatuose pirminės energijos suvartojimas būtų mažesnis nei 100 kWh/m²/metus, priklausomai nuo klimato zonos).

- Statybos kodeksai – modernizavimas

Reikalaujama, kad kiekvienas pastatas, kurio plotas didesnis nei 1000 m², atitiktų visuotinį energijos vartojimo efektyvumo tikslą. Kalbant apie kitus gyvenamuosius pastatus, atskirų elementų šiluminis reguliavimas (vadinamas RT elementu) nustato minimalų keičiamų ar įrengiamų elementų naudingumo lygį.

Bendra modernizavimo padėtis Prancūzijoje

Prancūzija yra šalis, turinti turtingą ir įvairiapusę architektūros paveldą, tačiau taip pat turinti poreikį pritaikyti savo pastatų fondą prie klimato iššūkių. Pastatų sektoriuje suvartojama apie 40 % energijos ir išmetama 36 % CO₂ Europos Sąjungoje, ne išimtis ir Prancūzija (France, 2023). Daugiau nei pusė pastatų pastatyti iki 1975 m. (Tresor, 2020), kai buvo įvestos pirmosios statybos taisyklės, todėl Prancūzijai tenka didžiulis uždavinys modernizuoti gyvenamuosius, komercinius ir pramoninius pastatus, siekiant pagerinti jų energinį efektyvumą, prieinamumą ir saugą. Pastatų fondo modernizavimas yra ne tik aplinkosaugos atsakomybės, bet ir ekonominių galimybių klausimas, nes jis gali padėti kurti darbo vietas, skatinti inovacijas ir pritraukti užsienio investicijas.

Gyvenamųjų pastatų modernizavimas yra pagrindinis Prancūzijos ekologinio perėjimo ir ekonomikos atsigavimo aspektas. Prancūzijos vyriausybės teigimu, pagal atsigavimo planą „France

Relance“ per dvejus metus būstų ir viešųjų pastatų energetiniam atnaujinimui skirta 6,7 mlrd. eurų (Rethink the Recovery, 2021). Pagrindinis tikslas – sumažinti šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimą, pagerinti šiluminį komfortą ir sumažinti namų ūkių sąskaitas už energiją. Į planą taip pat įtrauktos priemonės, kuriomis siekiama palengvinti galimybes gauti finansavimą, supaprastinti administracines procedūras ir skatinti mokymą bei įgūdžių ugdymą statybų sektoriuje.

Tačiau pastatų modernizavimas nėra lengvas procesas, ir Prancūzija vis dar susiduria su daugybe kliūčių ir iššūkių, kad pasiektų savo tikslus. Vienas iš šių iššūkių – skatinti inovacijas ir kūrybiškumą statybos sektoriuje, kurį daugiausia sudaro MVĮ ir labai mažos įmonės, o jų technologijų diegimo lygis yra žemas (France, 2023). Kitas iššūkis – suderinti esamų pastatų istorinės ir kultūrinės vertės išsaugojimą su būtinybe paversti juos funkcionalesnėmis ir tvaresnėmis erdvėmis. Trečias iššūkis – pritraukti daugiau tiesioginių užsienio investicijų į statybų sektorių, kurios 2022 m. pirmąjį pusmetį siekė daugiau kaip 11 mlrd. dolerių, tačiau vis dar susiduria su tokiais kliūtimis kaip dideli mokesčiai, biurokratija ir darbo rinkos nelankstumas (United Nations Environment Programme, 2022).

Prancūzijos modernizavimo geroji praktika

Gyvenamųjų pastatų modernizavimas yra pagrindinis iššūkis ir galimybė Prancūzijai, siekiant sumažinti energijos suvartojimą ir šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijas, kartu gerinant gyvenimo kokybę ir socialinę sanglaudą gyventojams. Iš įvairių šioje srityje sukurtų ir įgyvendintų praktikų ir metodų vienas iš novatoriškiausių ir perspektyviausių yra Nyderlanduose sukurta ir Prancūzijos sąlygoms pritaikyta „Energiesprong“ koncepcija. Šią koncepciją sudaro surenkamų fasadų ir stogų su integruotais saulės kolektoriais, taip pat šilumos siurblių ir vėdinimo sistemų įrengimas, kad būtų pasiektas nulinis energijos suvartojimas ir sumažintas šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimas. Modernizavimas taip pat pagerina estetinius ir socialinius pastato aspektus, nes sukuriama nauji balkonai, terasos, sodai ir bendros gyventojų erdvės. Vienas iš pirmųjų ir didžiausių projektų, kuriuose ši koncepcija buvo pritaikyta Prancūzijoje, yra Les Noirettes projektas Vaulx-en-Velin mieste, kuriame šiuo metodu buvo renovuoti 988 socialinio būsto butai. Projektas buvo baigtas 2020 m. ir dėl savo novatoriškų ir tvarių sprendinių Prancūzijoje laikomas pionieriumi. Projektą taip pat rėmė įvairūs viešieji ir privatūs subjektai, pavyzdžiui, Europos Sąjunga, Prancūzijos vyriausybė, vietos valdžios institucijos, socialinio būsto operatorius, statybos įmonės ir patys gyventojai. Projektas rodo „Energiesprong“ koncepcijos pritaikymo galimybes ir pagrįstumą vykdant didelio masto gyvenamųjų namų modernizavimą Prancūzijoje, taip pat jos teikiamą naudą energijos vartojimo efektyvumo, aplinkosauginio veiksmingumo, socialinės įtraukties ir miestų modernizavimo požiūriu.



2.7 pav. Prancūzijoje esančio daugiabučio namo modernizavimas (Energiesprong, 2022)

Apibendrinant galima daryti išvadą, kad pastatų modernizavimas yra svarbus klausimas Lietuvoje ir kitose išvardytose šalyse, nes šalys siekia pagerinti savo pastatų fondo energinį efektyvumą ir bendrąsias eksploatacines savybes. Nors modernizuojant pastatus šalyje pasiekta tam tikrų laimėjimų, vis dar yra nemažai iššūkių ir galimybių, kurias reikia spręsti, kad pastatų fondas būtų modernizuojamas plačiau. Politikos ir reguliavimo sistemos, tokios kaip EPBD ir Renovacijos bangos planas, turėjo teigiamos įtakos modernizavimui Europoje, tačiau vis dar reikia veiksmingesnių ir tikslingesnių priemonių, skatinančių pastatų savininkus ir nuomininkus investuoti į modernizavimą.

Iš esmės pastatų modernizavimas Europoje gali duoti daug naudos, įskaitant mažesnę energijos suvartojimą, mažesnes techninės priežiūros išlaidas ir didesnę pastatų gyventojų komfortą bei saugumą. Išvardytų šalių vyriausybės, skatindamos pažangiųjų technologijų naudojimą ir remdamos pastatų savininkus bei nuomininkus modernizavimo procese, gali padėti modernizuoti pastatų fondą ir prisidėti prie šalies pastangų mažinti klimato kaitą.

3. Modernizavimo technologijų analizė Lietuvoje

Šiame skyriuje analizuojamos pastatų modernizavimo technologijos Lietuvoje. Pastatų modernizavimas, dar vadinamas pastatų renovacija, reiškia esamų pastatų atnaujinimo ir tobulinimo procesą, siekiant pagerinti jų eksploatacines savybes ir funkcionalumą. Pastatų modernizavimas gali apimti įvairias intervencijas, pavyzdžiui, energijos vartojimo efektyvumo didinimą, prieinamumo gerinimą, pastato sistemų ir medžiagų atnaujinimą. Modernizavimas gali padėti sumažinti energijos suvartojimą, sumažinti priežiūros išlaidas ir pagerinti pastato gyventojų komfortą bei saugumą. Lietuvoje pastatų modernizavimas yra svarbus klausimas, nes šalis turi didelį pastatų fondą, kurį reikia tobulinti. Apžvelgsime teisės aktus ir bendrąją individualią ir daugiabučių namų modernizavimą Lietuvoje.

Šioje darbo dalyje aptariamas atliktas interviu su statybos srities ekspertais, siekiant išanalizuoti modernizavimo situaciją Lietuvoje. Atsakymai apibendrinti ir palyginti su kitais šaltiniais. Taip pat įvertinami Lietuvos socialiniai ir ekonominiai rodikliai, o skyriaus pabaigoje pateikiama Lietuvos daugiabučių namų modernizavimo galimybių SSGG analizė, išskiriant svarbiausius rezultatus, pateikiama priežastinio poveikio diagrama ir pasiūlymai, kaip pagerinti modernizavimo galimybes.

Teisės aktai

Pastatų modernizavimo teisinę bazę Lietuvoje reglamentuoja Lietuvos Respublikos statybos įstatymas, kuriame nustatytos pastatų statybos ir modernizavimo šalyje taisyklės ir reglamentai. Statybos įstatymą papildo daugybė kitų įstatymų ir teisės aktų, pavyzdžiui, Pastatų energinio naudingumo direktyva – EPBD (European Commission, 2021), kurioje nustatyti minimalūs pastatų energinio naudingumo reikalavimai. Lietuvos vyriausybė taip pat įgyvendino įvairias politikos ir finansavimo priemones, kuriomis remiamas pastatų modernizavimas, įskaitant Lietuvos ilgalaikę renovacijos strategiją, kurioje išdėstyta ilgalaikė pastatų fondo modernizavimo vizija. Strategijoje numatytos įvairios priemonės, skatinančios pastatų savininkus ir nuomininkus investuoti į modernizavimą, pavyzdžiui, finansinės paskatos ir techninė pagalba. Iš esmės, pastatų modernizavimo teisinis reguliavimas Lietuvoje yra išsamus ir juo siekiama koordinuotai ir tvariai remti pastatų fondo modernizavimą.

3.1. Individualus modernizavimas

Individualus modernizavimas – tai atskirų savininkų ar nuomininkų vykdomas pastatų modernizavimas. Tai gali apimti įvairias intervencines priemones, pavyzdžiui, energijos vartojimo efektyvumo didinimą, pastato sistemų ir medžiagų atnaujinimą ir prieinamumo gerinimą.

Lietuvoje individualų modernizavimą remia įvairūs politikos ir finansavimo mechanizmai, įskaitant EPBD, pagal kurią reikalaujama, kad pastatų savininkai ir nuomininkai laikytųsi minimalių energinio naudingumo standartų. Lietuvos vyriausybė taip pat įgyvendino finansines paskatas, pavyzdžiui, dotacijas ir paskolas, kad paskatintų pastatų savininkus ir nuomininkus investuoti į modernizavimą. Pavyzdžiui, Lietuvos energetikos agentūra (toliau – LEA) vykdo įvairias programas, pagal kurias teikiama finansinė parama pastatų modernizavimo projektams, įskaitant Energinio naudingumo sutarčių programą ir paskolų modernizavimui programą. Be finansinių paskatų, įgyvendinant daugiabučių namų modernizavimo projektus Lietuvoje galima pasinaudoti technine pagalba, pavyzdžiui, energijos vartojimo vertinimu ir konsultacijomis dėl modernizavimo galimybių. LEA teikia pastatų energinio konsultavimo paslaugą, kuri nemokamai teikia pastatų savininkams ir nuomininkams energinius vertinimus ir patarimus, galinčius padėti planuoti ir įgyvendinti daugiabučių namų modernizavimo projektus (ENA, 2023).

Iš esmės individualus modernizavimas yra svarbi Lietuvos pastatų modernizavimo proceso dalis, kurią remia įvairios politikos ir finansavimo priemonės, skatinančios pastatų savininkus ir nuomininkus investuoti į modernizavimą.

3.2. Kvartalinis modernizavimas

Kvartalinis modernizavimas reiškia, kad pastatai modernizuojami ne pavieniui, o grupėmis arba kvartalais. Kvartalinis modernizavimas gali būti ypač veiksmingas gerinant pastatų energinį efektyvumą ir bendrąsias eksploatacines savybes, nes jis leidžia taikyti koordinuotą ir visapusišką modernizavimo metodą. Lietuvoje kvartalinį modernizavimą remia įvairūs politikos ir finansavimo mechanizmai, įskaitant EPBD ir Lietuvos ilgalaikę renovacijos strategiją (ENA, 2023). Lietuvos Vyriausybė taip pat įgyvendino finansines paskatas, pavyzdžiui, dotacijas ir paskolas, kad paskatintų daugiabučių namų modernizavimo projektus.

Utena yra puikus sėkmingos kvartalinio modernizavimo pavyzdys. Miestas vienas pirmųjų šalyje dalyvavo bandomajame kvartalų modernizavimo projekte. Projekto metu ne tik modernizuoti prieš pusę amžiaus statyti daugiabučiai namai, bet ir suformuotos naujos žaliosios zonos, įrengtos automobilių stovėjimo aikštelės, modernus apšvietimas, įrengti sporto aikštynai ir vaikų žaidimo aikštelės, rekonstruoti kvartalo teritorijose esantys visuomeninės paskirties objektai. Utenos rajono savivaldybė nuo 2016 m. dalyvauja rajonų energinio efektyvumo didinimo programoje. Programą inicijavo Būsto energijos taupymo agentūra (BETA) ir Vokietijos federalinė aplinkos ministerija. Per dvejus metus į Aukštakalnio kvartalo dalies modernizavimą investuota daugiau kaip 800 tūkst. eurų savivaldybės lėšų. Skaičiuojama, kad visai miesto daugiabučių namų infrastruktūrai sutvarkyti reikėtų apie 17-20 mln. eurų (SA, 2020).

Iš esmės kvartalinis modernizavimas yra svarbi pastatų modernizavimo Lietuvoje dalis, kurią remia įvairios politikos ir finansavimo priemonės, skatinančios pastatų savininkus ir nuomininkus investuoti į modernizavimą.

Apibendrinant galima daryti išvadą, kad pastatų modernizavimas yra svarbus klausimas Lietuvoje, nes šalis siekia pagerinti savo pastatų fondo energinį efektyvumą ir bendrąsias eksploatacines savybes. Tiek individualus modernizavimas, tiek daugiabučių namų modernizavimas yra svarbios Lietuvos pastatų modernizavimo sistemos dalys, kurias remia įvairios politikos ir finansavimo priemonės, skatinančios pastatų savininkus ir nuomininkus investuoti į modernizavimą.

3.3. Ekspertų interviu analizė

Darbe buvo pasirinktas kokybinis tyrimas, ekspertų apklausos metodas – struktūrizuotas interviu. Tyrimas atliktas 2023 m. sausio mėn. Iš anksto parengta 11 atvirųjų klausimų. Prieš interviu taip pat buvo pateiktas demografinių duomenų klausimynas, jame siekta išsiaiškinti ekspertų pareigas ir darbo patirtį. Tiriamųjų imtis – 4 ekspertai. Tyrėjo ir tyrimo dalyvių bendravimas vyko internetu. Interviu kalba netaisyta. Interviu klausimai pateikti A priede.

Atliekamo tyrimo tikslas – išanalizuoti ir įvertinti šiuolaikinių technologijų taikymą pastatų modernizavimui.

Svarbu paminėti, kad tokio tipo tyrimuose išskiriamas asmeninis eksperto požiūris. Ekspertų išreikštai nuomonei pagrįsti ar paneigti buvo naudojami papildomi Vilniaus miesto savivaldybės susisteminti duomenys ir literatūros analizė. Interviu anketa pateikta **A priede**. Po tyrimo atlikta Lietuvos daugiabučių namų modernizavimo galimybių SSGG analizė.

Ekspertų sąrašas:

1. **Direktoriaus pavaduotojas.** Darbo patirtis: ilgiau kaip 10 metų;
2. **Projekto vadovas.** Darbo patirtis: ilgiau kaip 10 metų;
3. **Projektų kokybės užtikrinimo padalinio vadovas.** Darbo patirtis: ilgiau kaip 10 metų;
4. **Projektų vadovas.** Darbo patirtis: ilgiau kaip 10 metų.

Pirmas pateiktas ekspertams interviu klausimas buvo apie apleistas nenaudojamas teritorijas Vilniaus mieste, kurios šiuo metu kelia daugiausia diskusijų ir turėtų būti atnaujinamos pirmiausia. Ekspertų atsakymai pateikti 1 lentelėje.

Pirmas klausimas, pateiktas ekspertams, yra „Kuriuose Lietuvos miestų teritorijose reikia modernizuoti daugiabučius namus pirmiausia?“. Ekspertų atsakymai pateikti 3.1 lentelėje.

3.1 lentelė. Ekspertų nuomonė apie Lietuvos modernizavimą

1. Negalima išskirti zonų, reikia kompleksiskai ir visur.
2. Miegamuosiuose kvartaluose.
3. Gyvenamuosiuose rajonuose.

4. Neišskirčiau konkrečios miestų teritorijos. Pirmiausia reiktų atkreipti dėmesį į pačių pastatų amžių ir bendrą būklę ir energijos bendrą metinį suvartojimą.

Keturi ekspertai atsako į klausimą, kurios Lietuvos miestų sritys turėtų būti modernizuojamos pirmiausiai. Pirmasis ekspertas teigia, kad neįmanoma išskirti jokių konkrečių zonų ir kad modernizavimas turėtų būti atliekamas visapusiškai ir visur, nepriklausomai nuo pastatų vietos ar savybių. Antrasis ir trečiasis ekspertai siūlo pirmenybę teikti gyvenamiesiems rajonams ar mikrorajonams, nes tai yra vietos, kuriose gyvena dauguma žmonių ir praleidžia savo laiką, o modernizavimas gali turėti didelės įtakos jų gyvenimo kokybei ir gerovei. Ketvirtasis ekspertas savo atsakymo nepagrindžia geografiniu plotu, bet pastatų fizine ir energetine charakteristika. Jis siūlo atsižvelgti į pastatų amžių, būklę ir energijos suvartojimą sprendžiant, kurie iš jų turėtų būti modernizuojami pirmiausiai, nes tai rodo pastatų nusidėvėjimo ir neefektyvumo lygį. Keturi atsakymai rodo, kad yra skirtingi požiūriai į modernizavimo prioritetus, priklausomai nuo ekspertų perspektyvos ir tikslų.

Galutinėje išvadoje nė vienas iš atsakymų nepateikia aiškaus ar visapusiško sprendimo dėl to, kurie miesto rajonai Lietuvoje pirmiausia turėtų būti modernizuoti. Kiekvienas atsakymas turi savo stiprybes ir silpnybes, priklausomai nuo atsakovo perspektyvos ir vertybių. Galimas būdas suderinti šias skirtingas nuomones yra taikyti daugiakriterį požiūrį, kuris atsižvelgia tiek į erdvinius, tiek į neerdvinius veiksnius, nustatant prioritetus ir įgyvendinant modernizavimo projektus. Toks požiūris taip pat galėtų įtraukti įvairius veikėjus ir suinteresuotus subjektus į sprendimų priėmimo procesus, užtikrinant skaidrumą ir atskaitomybę.

Antras klausimas, pateiktas ekspertams, yra „Įvardinkite gerus daugiabučių namų modernizavimo pavyzdžius Lietuvoje“. Ekspertų atsakymai pateikti 3.2 lentelėje.

3.2 lentelė. Ekspertų nuomonė apie gerus modernizavimo pavyzdžius Lietuvoje

1. Druskininkai.
2. Ventiliuojamo fasado daugiabučiai namai. Rajono spalvos vientisumo išlaikyti projektai.
3. Daugiabučiai namai Kaune, Žemkalnio g. 4, 6, 8, Mažeikiuose Tyliojoje g. 10, Klaipėdoje Vingio g. 35 ir Veterinarijos g. 29.
4. Gal nereiktų apklausoje pateikti konkrečių pavyzdžių, tiesiog reiktų paminėti geri ar gerai atlikti modernizavimo projektai yra tie, kuriems gyventojai ir bendrijos neturi didelių pretenzijų dėl darbų kokybės, darbai atlikti pagal projektą ir nustatytus terminus.

Ekspertai pateikė įvairių pavyzdžių apie daugiabučių namų modernizavimą Lietuvoje, nuo konkrečių vietovių iki bendrų kriterijų. Kai kurie iš jų minėjo Druskininkus, miestą, žinomą dėl savo sanatorijų ir vėdinamų fasadų daugiabučiuose namuose, kurie pagerina energijos efektyvumą ir estetiką. Kiti išvardijo daugiabučius namus skirtinguose miestuose, kurie buvo modernizuoti. Vienas ekspertas pasiūlė vietoj konkrečių pavyzdžių geriau sutelkti dėmesį į darbo kokybę, atitikimą projektui ir terminams bei gyventojų ir bendruomenių pasitenkinimą kaip gerų modernizavimo projektų rodiklius.

Trečias klausimas, pateiktas ekspertams, yra „Įvardinkite blogus daugiabučių namų modernizavimo pavyzdžius Lietuvoje“. Ekspertų atsakymai pateikti 3.3 lentelėje.

3.3 lentelė. Ekspertų nuomonė apie blogus modernizavimo pavyzdžius Lietuvoje

1. Vilnius, Kaunas.
2. Tinkuoto fasado daugiabučiai namai. Tai visiškai netinkamas fasado įrengimas mūsų klimato sąlygomis.
3. Daugiabutis namas Panevėžyje Nevėžio g., kuriame buvo teismo byla dėl nekokybiško modernizavimo.
4. Blogi pavyzdžiai yra tie, kur rangovai nesugeba baigti pradėtų statybinių procesų, taupo medžiagas, ieško alternatyvų arba visai nebaigia savo įsipareigojimų. Tokių pvz. per savo praktiką teko girdėti apie 6-7.

Ekspertų teigimu, vieni iš blogiausių daugiabučių namų modernizavimo atvejų Lietuvoje yra šie: daugiabučiai namai su tinkuotais fasadais, neatitinkančiais klimato sąlygų; nekokybiškai renovuotas daugiabutis namas Panevėžyje, dėl kurio kilo teisminis ginčas; daugybė atvejų, kai rangovai nesugebėjo užbaigti statybos darbų, nukentėjo medžiagų kokybė arba pažeidė sutartinius įsipareigojimus. Vienas ekspertas teigia, kad daugiausia blogų modernizavimo atvejų nustatyta Vilniuje ir Kaune, daugiausia gyventojų turinčiuose Lietuvos miestuose.

Ketvirtas klausimas, pateiktas ekspertams, yra „Kokiais kitų šalių pavyzdžiais remiamasi planuojant modernizavimo projektus?“. Ekspertų atsakymai pateikti 3.4 lentelėje.

3.4 lentelė. Ekspertų pateiktos šalys, kuriomis remiamasi planuojant modernizavimą

1. Švedija.
2. Vokietijos, Lenkijos.
3. Nepasakysiu kokias pavyzdžiais remiamasi planuojant Lietuvoje, bet aš remčiausi skandinaviška patirtimi.
4. Vokietijos, Skandinavijos šalių.

Atsakant į klausimą, pirmasis ekspertas paminėjo Švediją kaip pavyzdį planuojant modernizavimo projektus. Antrasis ekspertas paminėjo Vokietiją ir Lenkiją. Trečiasis ekspertas nenurodė, kokiais pavyzdžiais remiamasi Lietuvoje, bet sakė, kad remtųsi skandinaviška patirtimi. Ketvirtasis ekspertas minėjo Vokietiją ir Skandinavijos šalis kaip pavyzdžius planuojant modernizavimo projektus. Apskritai atrodo, kad ekspertai mano, kad tokios šalys kaip Švedija, Vokietija, Lenkija ir Skandinavijos šalys gali būti pavyzdžiais planuojant modernizavimo projektus.

Penktas klausimas, pateiktas ekspertams, yra „Ar Lietuvos teisinė sistema yra pakankama pastatų modernizavimui skatinti?“. Ekspertų atsakymai pateikti 3.5 lentelėje.

3.5 lentelė. Ekspertų nuomonė apie Lietuvos teisinę sistemą

1. Manau, kad ne.
2. Ne.
3. Manau ne. Trūksta teisinio reguliavimo siekiant užtikrinti tinkamą modernizavimo kokybę.

- | |
|---|
| <p>4. Teisinė sistema yra pakankama, tiesiog yra kitų spragų kurios mažina modernizavimo skatinimą Lietuvoje. Tokios kaip paramų gavimas, informavimo sistemų diegimo trūkumas, finansinių išteklių mažinimas, ypač dabartinėje ekonominio neapibrėžtumo situacijoje.</p> |
|---|

Ekspertai turi skirtingas nuomones dėl Lietuvos teisinės sistemos pakankamumo skatinant pastatų modernizavimą. Trys iš jų į klausimą atsako neigiamai ir sako, kad teisinė sistema nėra pakankama, tačiau tik vienas iš jų pateikia paaiškinimą savo atsakymui. Jo nuomone, trūksta teisinio reguliavimo, kuris užtikrintų, kad modernizavimo projektai būtų atliekami aukštais kokybės ir saugos standartais, ir kad tai gali atgrasyti pastatų savininkus nuo jų modernizavimo. Kitas ekspertas į klausimą atsako teigiamai ir sako, kad teisinė sistema yra pakankama, tačiau jis taip pat pripažįsta, kad yra ir kitų veiksnių, be teisinės sistemos, kurie veikia modernizavimo procesą, pvz., paramos iš įvairių šaltinių prieinamumas, informacijos sistemų įdiegimas, kuris palengvintų bendravimą ir koordinavimą tarp suinteresuotųjų šalių, ir finansinių išteklių prieinamumas, kurie padengtų modernizavimo išlaidas ir rizikas, ypač dabartinėje ekonominio neapibrėžtumo situacijoje.

Šeštas klausimas, pateiktas ekspertams, yra „Kaip statybos technologijų ir medžiagų pažanga gali būti veiksmingai panaudota pastatų modernizavimo projektuose?“. Ekspertų atsakymai pateikti 3.6 lentelėje.

3.6 lentelė. Ekspertų nuomonė apie statybos technologijų ir medžiagų panaudojimą

1. Pagerinti pastatų komfortą ir sveikatą naudojant pažangesnes technologijas ir medžiagas, kurios užtikrina geresnę oro kokybę, šviesos ir garso izoliaciją, drėgmės reguliavimą ir kt. Taip pat naudoti ekologiškas ir atsinaujinančias medžiagas, kurios mažina pastatų poveikį aplinkai ir žmonių sveikatai.
2. Kiekviena nauja technologija ar medžiaga yra ilgaamžiškesnė ir mažiau kenksminga aplinkai. Todėl šios pažangesnės technologijos ir medžiagos panaudojimas ilgina pastatų gyvavimo ciklą ir mažina aplinkos taršą.
3. Na, tiesiog tų technologijų ir medžiagų naudojimu (projektavimo metu ir pačios modernizavimo procese). Pvz. dekoratyvinių fasado tinkų su nanopriedais naudojimas fasadų apdailai.
4. Išgauti kuo didesnę pastato efektyvumą sunaudojant kuo mažiau energijos, taupant aplinką, išgaunant šilumą teikiančius šaltinius iš žemės ar saulės, vėjo, energijų.

Keturi ekspertai siūlo skirtingas perspektyvas ir pasiūlymus, kaip naudoti statybos technologijų ir medžiagų pažangą pastatų modernizavimo projektuose. Pirmasis ekspertas sutelkia dėmesį į pastatų komforto ir sveikatos gerinimo naudą naudojant pažangias technologijas ir medžiagas, kurios gali pagerinti vidaus aplinkos kokybę. Jis taip pat ragina naudoti ekologines ir atsinaujinančias medžiagas, kurios gali sumažinti pastatų neigiamą poveikį gamtinei aplinkai ir žmogaus sveikatai. Antrasis ekspertas pabrėžia naujų technologijų ir medžiagų ilgaamžiškumą ir ekologiškumą, kurie gali prailginti pastatų gyvavimo trukmę ir sumažinti jų aplinkos pėdsaką. Jis teigia, kad, naudojant šias technologijas ir medžiagas, ilgainiui galima sutaupyti išlaidas ir išteklius. Trečiasis ekspertas pateikia praktinį pavyzdį, kaip naudoti naujas technologijas ir medžiagas projektavimo ir modernizavimo etapuose. Jis paminėjo dekoratyvinių fasado tinkų su nanopriedais

naudojimą, kuris gali pagerinti fasado apdailos estetinius ir funkcinius aspektus. Ketvirtasis ekspertas siūlo pasiekti kuo didesnę pastato efektyvumą naudojant kuo mažiau energijos. Jis siūlo gauti šilumos šaltinius iš atsinaujinančių šaltinių, pvz., žemės, saulės ar vėjo, kurie taip pat gali prisidėti prie aplinkos tausojimo. Keturi atsakymai rodo, kad yra įvairūs būdai naudoti statybos technologijų ir medžiagų pažangą pastatų modernizavimo projektuose, priklausomai nuo pastatų savininkų ir suinteresuotųjų šalių tikslų ir pageidavimų.

Septintas klausimas, pateiktas ekspertams, yra „Su kokiais pagrindiniais iššūkiais susiduria pastatų savininkai modernizuodami pastatus, ir kaip šiuos iššūkius galima įveikti?“. Ekspertų atsakymai pateikti 3.7 lentelėje.

3.7 lentelė. Ekspertų nuomonė apie pagrindinius modernizavimo iššūkius

1. Finansavimo (pensininkams neįdomu arba per brangu).
2. Kokybiškas rangovas.
3. Manau pagrindinė problema – įtikinti namo butų savininkus, jog modernizavimas yra būtina. Iššūkis – susitarti su visais namo gyventojais dėl modernizavimo bei jos apimties. Spręsti tokius dalykus galima butų įstatymiškai (įvairiomis pataisomis, kurios įpareigotų gyventojus sutikti su modernizavimu). Dar viena problema – kvartalinių modernizavimų nebuvimas Lietuvoje. Renovuojant kvartalais tą būtų galima daryti pigiau (įsijungia masto ekonomika, bei didesnė tikimybė turėti geresnę darbų kokybę).
4. Paskutiniu metu pagrindiniai iššūkiai buvo kainų nepastovumas. Brangstančios medžiagos, brangstanti darbo jėga. Medžiagų trūkumas, terminų nesilaikymas tiek iš medžiagų tiekėjų, tiek iš rangovų.

Ekspertai nurodo kelis iššūkius, su kuriais susiduria pastatų savininkai norėdami modernizuoti savo pastatus. Vienas iš jų yra finansavimas, kuris gali būti kliūtis, ypač pensininkams, kurie negali pamatyti naudos ir (ar) padengti modernizavimo išlaidų. Kitas iššūkis yra rasti kokybišką rangovą, kuris galėtų atlikti darbus laiku ir pagal sutartą biudžetą bei aukštais kokybės ir saugos standartais. Trečias iššūkis yra susitarti tarp buto savininkų, kurie gali turėti skirtingas nuomones ar pageidavimus dėl modernizavimo poreikio ir apimties. Tai gali sukelti vėlavimus ar konfliktus sprendimų priėmimo procese. Ketvirtas iššūkis yra susidoroti su kainų ir medžiagų nestabilumu, kuris pastaruoju metu smarkiai paveikė statybos sektorių. Tai gali lemti didesnes nei planuota išlaidas, prastesnę kokybę ir (arba) ilgesnius terminus modernizavimo projektams įgyvendinti. Ekspertai siūlo keletą galimų būdų įveikti šiuos iššūkius, pvz., naudojant teises priemones priversti buto savininkus sutikti su modernizavimu, renovuojant kvartalus vietoj atskirų pastatų, siekiant didesnės apimties užsakymu sumažinti išlaidas ir padidinti modernizavimo kokybę pasinaudojant masto ekonomija didesniuose projektuose.

Aštuntas klausimas, pateiktas ekspertams, yra „Kokios dažniausiai daromos klaidos vykdant pastatų modernizavimo projektus ir kaip jų išvengti?“. Ekspertų atsakymai pateikti 3.8 lentelėje.

3.8 lentelė. Ekspertų nuomonė apie daromas klaidas vykdant pastatų modernizavimą

1. Nepakankamas bendravimas ir koordinavimas tarp projektuotojų, rangovų ir pastato savininkų. Tai gali sukelti nesusipratimus, vėlavimus ir papildomas išlaidas. Būtina užtikrinti sklandų ir nuoseklų informacijos srautą visuose pastatų modernizavimo etapuose.
2. Taupoma tose vietose, kuriose vertėtų investuoti daugiau. Juk ne vieniems metams yra vykdomą modernizavimas.
3. Kompleksiškai nesprenžiamas namo modernizavimas, pvz. modernizuojant fasadus neatsižvelgiama į pastato vėdinimą ir pan. Būtina planuojant modernizavimą kompleksiškai įvertinti pastatą visas inžinerines sistemas ir parinkti optimalią modernizavimo darbų apimtį.
4. Didžiausios klaidos yra blogas projektinių sprendinių pasirinkimas, taupant ilgalaikės investicijas gyventojams. Jeigu patvirtintas investicinis projektas pasiekia projektavimo etapą, gyventojai ar butų savininkai imasi pigesnių konstrukcinių sprendimų, kad kuo mažiau kainuotų modernizavimo paslauga.

Ekspertai atkreipia dėmesį, kad pastatų modernizavimo projektai dažnai susiduria su komunikacijos ir koordinavimo trūkumu, nepakankamomis investicijomis, daliniais sprendimais ir neoptimaliais projektiniais sprendimais. Siekdami išvengti šių klaidų ir pasiekti geresnių rezultatų, jie rekomenduoja užtikrinti informacijos srautą, protingai investuoti, kompleksiškai įvertinti modernizuojamą pastatą ir pasirinkti kokybiškus ir optimalius projektinius sprendimus.

Pastatų modernizavimo projektuose dažnai daroma klaidų, kurios gali turėti neigiamų pasekmių projektų kokybei, laikui ir išlaidoms. Šių klaidų galima išvengti, jei laikytis tam tikrų rekomendacijų ir gerų praktikų. Štai kai kurios iš jų:

1. Užtikrinti pakankamą bendravimą ir koordinavimą tarp projektuotojų, rangovų ir pastato savininkų. Tai gali padėti išvengti nesusipratimų, vėlavimų ir papildomų išlaidų. Reikia užtikrinti sklandų ir nuoseklų informacijos srautą visuose pastatų modernizavimo etapuose. Tam galima naudoti įvairias komunikacijos priemones, pvz., el. pašta, telefoną, internetines platformas, susitikimus ir kt. Taip pat reikia laikytis sutartų terminų ir kokybės standartų.
2. Investuoti protingai ir ilgalaikiai. Taupymas tose vietose, kur vertėtų investuoti daugiau, gali atsiliepti ateityje didesnėmis eksploatacinėmis išlaidomis ar prastesniu pastato komfortu ir funkcionalumu. Reikia atsižvelgti į pastato energinę klasę, apvalkalo būklę, inžinerinių sistemų efektyvumą ir kt. Reikia rinktis tokias technologijas ir medžiagas, kurios užtikrina aukštą energijos taupymo lygį ir ilgą tarnavimo laiką.
3. Sprendžiant namo modernizavimą, atsižvelgti į visus pastato aspektus ir poreikius. Renovuojant fasadus, reikia ne tik pagerinti pastato išvaizdą, bet ir užtikrinti tinkamą pastato vėdinimą, šilumos izoliaciją, garso izoliaciją ir kt. Planuojant modernizavimą reikia kompleksiškai įvertinti pastato visas inžinerines sistemas ir parinkti optimalią modernizavimo darbų apimtį.
4. Rinktis kokybiškus ir tinkamus projektinius sprendinius. Blogas projektinių sprendinių pasirinkimas gali sukelti problemų vykdant statybos darbus ar vėliau eksploatuojant pastatą. Reikia pasitarti su kvalifikuotais projektuotojais ir rangovais, kad būtų pasirinkti

tokie sprendiniai, kurie atitinka pastato charakteristikas, savininkų lūkesčius ir galiojančius teisės aktus.

Devintas klausimas, pateiktas ekspertams, yra „Kaip veiksmingai integruoti šiuolaikines technologijas į pastatų modernizavimo projektus, kad būtų padidintas energijos vartojimo efektyvumas ir sumažintos išlaidos?“. Ekspertų atsakymai pateikti 3.9 lentelėje.

3.9 lentelė. Ekspertų nuomonė apie šiuolaikines technologijas

1. Priešprojektiniai ir projektiniai pasiūlymai/sprendimai turi būti inovatyvūs, todėl reikia skirti daugiau koncentruoto dėmesio šiam statybų etapui.
2. Atsinaujinantys šaltiniai.
3. Naudoti naujų pastatų projektavimo įrankius ir patirtį ir tą patirtį pritaikyti modernizavimui.
4. Veiksmingas integravimas į šiuolaikines technologijas tai tik pastato energetinės klasės didinimas, A+, A++, kad aprėngus pastatą tinkamais rūbais, būtų diegiami ir atsinaujinantys šaltiniai.

Ekspertai siūlo, kad pastatų modernizavimo projektuose būtų naudojami inovatyvūs sprendimai, atsinaujinantys energijos šaltiniai ir nauji projektavimo įrankiai, siekiant didesnio energijos efektyvumo ir mažesnių išlaidų. Jie taip pat pabrėžia pastato energinės klasės didinimo svarbą ir jo apdailos bei sistemų tobulinimą.

Pastatų modernizavimo projektuose veiksmingai integruoti šiuolaikines technologijas reiškia naudoti tokias technologijas, kurios padeda sumažinti energijos suvartojimą ir išlaidas, taip pat pagerinti pastatų komfortą ir kokybę. Tokios technologijos gali būti susijusios su pastatų apvaskalu, šildymo, vėdinimo ir oro kondicionavimo sistemomis, atsinaujinančiais energijos šaltiniais, elektros tinklo valdymu ir automatizavimu, taip pat su duomenų rinkimu ir analize. Pastatų modernizavimo projektuose reikia naudoti inovatyvius sprendinius, atsinaujinančius šaltinius ir naujus projektavimo įrankius, kad būtų pasiektas didesnis energinis efektyvumas ir mažesnės išlaidos. Taip pat reikia didinti pastatų energinę klasę ir gerinti jų apvaskalą ir sistemas.

Dešimtas klausimas pateiktas ekspertams yra „Kokia yra tipinė pastato modernizavimo projekto trukmė nuo planavimo iki užbaigimo?“. Ekspertų atsakymai pateikti 3.10 lentelėje.

3.10 lentelė. Ekspertų nuomonė apie pastato modernizavimo projekto trukmę

1. 12–24 mėnesiai.
2. 18–24 mėnesiai.
3. 18–24 mėnesiai.
4. Apie 24–36 mėn. Nuo investicinio projekto parengimo iki statybos rangos darbų užbaigimo.

Pastato modernizavimo projekto trukmė priklauso nuo projekto apimties ir sudėtingumo, taip pat nuo finansavimo ir administravimo procedūrų. Ekspertai sutaria, kad vidutiniškai pastato modernizavimo projektas trunka nuo 18 iki 24 mėnesių, tačiau gali skirtis ir trukti nuo 12 iki 36 mėnesių. Trumpiausias įvertinimas yra 12 mėnesių, o ilgiausias – 36 mėnesiai.

Lietuvoje dauguma gyvenamųjų pastatų buvo pastatyti iki 1991 m., laikantis Sovietų Sąjungos statybos normų, ir yra žemo energinio naudingumo klasėse (E ir F). Vyriausybė skatina pastatų modernizavimą, įskaitant naujas apdailas ir inžinerines sistemas, siekdama pasiekti maksimalų energinį naudingumą. Nacionalinės finansavimo programos daugiabučiams pastatams siūlo subsidijas projektams rengti, lengvatines palūkanas, paskolas statybos darbams grąžinimo atidėjimą, taip pat dotacijas mažas pajamas gaunantiems asmenims.

Vienuoliktas klausimas pateiktas ekspertams yra „Kaip nustatote galimą energijos taupymą ir įvairių pastatų modernizavimo metodų ekonominį efektyvumą?“. Ekspertų atsakymai pateikti 3.11 lentelėje.

3.11 lentelė. Ekspertų nuomonė apie pastato modernizavimo efektyvumą

1. Nenustatinėjau šio proceso, todėl atsakymo neturiu.
2. Energijos vartojimo auditas (EVA) bei pastatų energinio naudingumo sertifikatas (PENS).
3. Tam atliekami pastato energiniai skaičiavimai ir modeliavimai.
4. Atliekami pastato energiniai skaičiavimai.

Pagal ekspertus galimą energijos taupymą ir įvairių pastatų modernizavimo metodų ekonominį efektyvumą galima nustatyti atliekant pastato energijos vartojimo audito ir energinio naudingumo sertifikavimo procedūras. Taip pat reikia atlikti pastato energinius skaičiavimus ir modeliavimus, kurie leidžia palyginti skirtingus modernizavimo variantus ir jų poveikį pastato energijos sąnaudoms ir aplinkai.

Energetinis auditas yra procedūra, kuri nustato ir vertina pastatų, transporto priemonių, įrangos ir procesų energijos išteklius ir (arba) energijos suvartojimą arba visuomeninės ar privačios paslaugos visus energijos išteklius ir (arba) energijos suvartojimą, pasirenka ir ekonomiškai pagrįsta energijos išteklių ir/arba energijos taupymo priemonės ir pateikia energetinio audito ataskaitą klientui (ENA, 2021). Energetinis auditas analizuoja pastato ar proceso įrangos techninę būklę, inžinerinius sistemas, nustato jų energinį efektyvumą, atlieka matavimus ir sudaro sąnaudų balansus. Audito metu naudojami įrankiai yra pagalbinių dokumentai, skaičiavimo metodai ir programinė įranga.

3.4. Lietuvos socialinių ir ekonominių rodiklių analizė

Nagrinėjant galimybes modernizuoti Lietuvos miestų teritorijas, svarbu įvertinti miesto gebėjimą tokias iniciatyvas įgyvendinti. Todėl bus nagrinėjami keli rodikliai, kurie parodo miesto potencialą ir pasirengimą miesto modernizavimo projektams.

Lietuvos gyventojų skaičius ir sudėtis yra vienas pagrindinių šalies vystymosi ir gerovės rodiklių. Tačiau pastaraisiais dešimtmečiais Lietuva susiduria su nuolatiniu gyventojų skaičiaus mažėjimu ir senėjimo problema. Lietuvos plotas yra apie 65,3 tūkst. kvadratinį kilometrą, o Lietuvos gyventojų tankis yra 43 žmonės kvadratiname kilometre. Oficialus statistikos portalas teigia, kad 2022 m. pradžioje Lietuvoje gyveno 2,806 mln. nuolatinių gyventojų, tai yra nedidelis 4,8 tūkst. sumažėjimas lyginant su 2021 m. pradžia. Šis sumažėjimas buvo daugiausia dėl neigiamos natūralios gyventojų kaitos, nes 2021 m. mirė daugiau žmonių nei gimė. Teigiama neto tarptautinė migracija nebuvo pakankama kompensuoti natūralios kaitos neigiamą poveikį. Be to, nuo 2012 m. Lietuvos nuolatinis gyventojų skaičius sumažėjo 197,6 tūkst., arba 6,6 %, tiek dėl neigiamos neto migracijos, tiek dėl natūralios kaitos. Šalies gyventojų tankis 2022 m. pradžioje buvo 43 žmogaus viename kvadratiname kilometre (46 2012 m. pradžioje). Gyventojų skaičiaus mažėjimas ir senėjimas taip pat paveikė gyventojų lyčių struktūrą. 2022 m. pradžioje Lietuvoje moterų buvo 192,8 tūkst. daugiau nei vyrų (atitinkamai 1,499 mln. ir 1,307 mln.). Moterys sudarė 53,4 % visų nuolatinių gyventojų. Vienam tūkstančiui vyrų teko 1.148 moterys (1.171 2012 m. pradžioje) (OSP, 2022). Gyventojų skaičiaus mažėjimas ir senėjimas kelia didelius iššūkius Lietuvos ekonominei ir socialinei raidai, nes jie veikia darbo rinką, viešuosius finansus, sveikatos priežiūrą, švietimą ir socialinę sanglaudą. Todėl svarbu analizuoti šių demografinių tendencijų priežastis ir pasekmes bei kurti tinkamas politikas ir priemones joms spręsti.

Lietuvos ekonominė padėtis apibūdinama bendrojo vidaus produktu (BVP), kuris matuoja ekonominės plėtros lygį. Pasak Ekonominio bendradarbiavimo ir plėtros organizacijos (EBPO/OECD) (Country Economy, 2022), Lietuvos BVP 2022 m. pasiekė 70,5 mlrd. USD (nominalus) ir išaugo 1,9 % lyginant su 2021 m. Tačiau COVID-19 pandemija ir Rusijos agresija prieš Ukrainą turėjo neigiamą poveikį ekonomikai, sukeldama 0,8 % susitraukimą 2020 m. ir lėtėjimą 2023 m. Pagrindiniai sektoriai, prisidėję prie BVP augimo (pagal pastovias kainas) 2022 m., buvo statyba, pramonė, finansų ir draudimo veikla, didmeninė ir mažmeninė prekyba, transporto priemonių remontas ir transportavimas bei sandėliavimas (OECD, 2022). Ekonomiškai labiausiai išsivystęs Lietuvos regionas yra Vilniaus apskritis, kuri 2020 m. sudarė 42,7 % šalies BVP. Vilniaus apskrityje BVP vienam gyventojui buvo 1,8 karto didesnis nei Vidurio ir Vakarų Lietuvos regione. Pagal gamybos metodą pagrindinės Lietuvos eksporto prekės 2022 m. buvo mineraliniai degalai, sausumos transporto priemonės bei mašinos ir mechaniniai įrenginiai (Statista, 2022). Taigi, Lietuvos

ekonominę padėtį galima vertinti teigiamai, bet su tam tikrais iššūkiais dėl pandemijos ir išorinių veiksnių.

Nedarbas ir infliacija yra du pagrindiniai makroekonominiai rodikliai, atspindintys ekonomikos būklę ir veikiančios gyventojų gerovę. Statistikos departamento duomenimis, nedarbo lygis 2021 m. antrąjį ketvirtį Lietuvoje sumažėjo iki 7,4 %, palyginti su 8,5 % 2020 m. Tai buvo daugiausia dėl COVID-19 apribojimų sušvelninimo ir ekonominės veiklos atsigavimo. Tačiau nedarbo lygis vis dar buvo didesnis nei prieš pandemiją – 2019 m. buvo 6,3 %. Pagrindiniai darbo rinkos iššūkiai yra kvalifikacijos neatitikimas, regioniniai skirtumai ir darbo jėgos trūkumas kai kuriuose sektoriuose. Kita vertus, infliacijos lygis Lietuvoje 2023 m. vasarį smarkiai išaugo – iki 18,7 %, palyginti su 4,6 % 2021 m. ir 1,1 % 2020 m. Tai lėmė įvairūs veiksniai, tokie kaip pasaulinių energijos ir maisto kainų augimas, tiekimo grandinių sutrikimai, didesni tabako ir alkoholio mokesčiai ir stipri vidaus paklausa. Infliacijos lygis Lietuvoje buvo aukščiausias tarp ES šalių ir viršijo Europos centrinio banko nustatytą 2 % tikslą. Aukštas infliacijos lygis sumažino vartotojų perkamąją galią ir kėlė grėsmę ekonominiam stabilumui (Statista, 2023).

Tiesioginės užsienio investicijos (TUI) Lietuvoje. 2022 m. duomenimis, sukauptosios tiesioginės užsienio investicijos Lietuvoje sudarė 28,9 mlrd. EUR ir, palyginti su 2021 m. duomenimis, padidėjo 11,2 %. Sostinės regionas pritraukė 75,2 % visų TUI. Vienam gyventojui Šeškinės regione teko 25,6 tūkst. EUR TUI, palyginimui Vidurio ir Vakarų Lietuvos regione – 3,4 tūkst. EUR. Daugiausia Sostinės regione investavo Vokietijos (23 % visų regiono TUI), Estijos (12,5 %), Švedijos (11,8 %), Honkongo (8,7 %) ir Nyderlandų (7,9 %) investuotojai. Sostinės regione daugiausia investuota į finansines ir draudimo veiklos (9,8 mlrd. EUR), didmeninės ir mažmeninės prekybos; variklinių transporto priemonių ir motociklų remonto veiklos (2,9 mlrd. EUR), informacijos ir ryšių bei nekilnojamojo turto operacijų veiklos (po 1,8 mlrd. EUR) įmones. Statistikos departamento duomenimis (OSP, 2023), tiesioginių užsienio investicijų srautas Lietuvoje 2022 m. trečiąjį ketvirtį buvo teigiamas ir sudarė 483,3 mln. EUR. Jį lėmė padidėjusios reinvesticijos (531 mln. EUR). Labiausiai didėjo investicijos Lenkijos (171 mln. EUR), Vokietijos (97 mln. EUR) ir Estijos (81 mln. EUR) kapitalo įmonėse. Pagal ekonominės veiklos rūšis išsiskyrė investicijų padidėjimas apdirbamojoje gamyboje (160 mln. EUR), informacijos ir ryšių veikloje (118 mln. EUR) ir finansinėse ir draudimo veiklose (113 mln. EUR) (Simėnas, 2022). Vilniaus regionas sulaukia didelių užsienio investicijų, tokios investicijos padeda spartinti ekonominį miesto augimą, kuriama daugiau darbo vietų, stiprinami ryšiai su užsieniu bei padedama įgyvendinti investicinius projektus.

3.5. Lietuvos daugiabučių namų modernizavimo galimybių SSGG analizė

Išsamiai išnagrinėjus ekspertų interviu, rodiklius ir literatūrą, susijusią su Lietuvos modernizavimo galimybėmis, būtina suprasti įvairius šaliai įtakos turinčius vidaus ir išorės veiksnius. Tam tikslui pasiekti buvo atlikta SSGG analizė. SSGG analizė yra naudinga priemonė, padedanti nustatyti įmonės ar šalies stiprybes, silpnybes, galimybes ir grėsmes. Analizės metu įvertinami vidaus ir išorės veiksniai, kurie gali turėti teigiamą arba neigiamą poveikį šalies gebėjimui siekti savo tikslų. Šios analizės rezultatai pateikiami 3.12 lentelėje, kurioje pateikiama išsami Lietuvos modernizavimo galimybių SSGG analizės apžvalga. Analizės metu buvo nustatytos šalies stiprybės, pavyzdžiui, labai išsilavinusi darbo jėga ir gerai išvystyta infrastruktūra, taip pat silpnybės, pavyzdžiui, palyginti maža vidaus rinka ir didelis emigracijos lygis. Taip pat buvo apsvaistytos galimybės, pavyzdžiui, strateginė šalies padėtis ir didesnės prekybos potencialas. Galiausiai analizėje buvo nagrinėjamos galimos grėsmės, pavyzdžiui, ekonominis nestabilumas ES ir pasaulio ekonomikos nuosmukio galimybė. Išvalgos, gautos atlikus šią SSGG analizę, suteikia vertingos informacijos, padedančios suprasti dabartinę šalies padėtį ir galimą ateities trajektoriją ir padės nustatyti mokslinių tyrimų projekto kryptį ir struktūrą.

3.12 lentelė. Lietuvos daugiabučių namų modernizavimo galimybių SSGG analizė

Stiprybės	Silpnybės
1. Didelis energijos taupymo ir aplinkosaugos naudos potencialas modernizuojant senus pastatus. 2. Inovatyvių modernizavimo technologijų ir sprendimų kūrimas. 3. Patalpų mikroklimato ir komforto gyventojams gerinimas. 4. Nekilnojamojo turto vertės padidėjimas ir patrauklumas pirkėjams. 5. Darbo vietų kūrimas ir ekonominė veikla statybų sektoriuje.	1. Didelės pradinės išlaidos ir ilgas modernizavimo projektų atsipirkimo laikotarpis. 2. Butų savininkų ir gyventojų informuotumo ir motyvacijos stoka. 3. Teisinės ir techninės kliūtys įgyvendinant modernizavimo priemones. 4. Žema kai kurių modernizavimo medžiagų ir technologijų kokybė ir ilgaamžiškumas. 5. Rizika prarasti kai kurių pastatų istorinę ir kultūrinę vertę. 6. Priklausomybė nuo išorinių veiksnių, pavyzdžiui, energijos kainų, klimato kaitos ir teisės aktų.
Galimybės	Grėsmės
1. Butų savininkų ir gyventojų informuotumo ir švietimo apie modernizavimo naudą didinimas. 2. Naujų verslo modelių ir partnerysčių, skirtų modernizavimo projektams finansuoti ir įgyvendinti, kūrimas. 3. Modernizavimo priemonių teisinės ir techninės sistemos bei standartų tobulinimas. 4. Modernizavimo medžiagų ir technologijų kokybės ir ilgaamžiškumo gerinimas.	1. Mažas visuomenės pasitikėjimas ir pasitenkinimas modernizavimo projektais ir paslaugomis. 2. Didelė konkurencija ir kainų spaudimas iš kitų modernizavimo paslaugų teikėjų. 3. Teisiniai ginčai ir konfliktai tarp butų savininkų ir gyventojų. 4. Techniniai modernizavimo medžiagų ir technologijų gedimai ir defektai.

5. Architektūrinio paveldo pastatų istorinės ir kultūrinės vertės išsaugojimas, kartu gerinant jų energinį naudingumą. 6. Pritaikymas prie išorinių veiksnių, pavyzdžiui, energijos kainų, klimato kaitos ir teisės aktų, įgyvendinant modernizavimo priemones. 7. Galimybė gauti ES finansavimą ir paskatas modernizavimo projektams.	5. Kai kurių pastatų istorinės ir kultūrinės vertės praradimas dėl netinkamų modernizavimo priemonių. 6. Išorinių veiksnių, pavyzdžiui, energijos kainų, klimato kaitos ir teisės aktų, turinčių įtakos modernizavimo projektams, pokyčiai. 7. Mažėjanti parama modernizavimo projektams. 8. Aukštas infliacijos lygis gali padidinti modernizavimo darbų ir medžiagų kainas, taip pat sumažinti gyventojų perkamąją galią ir galimybes pasinaudoti lengvatinais kreditais ar valstybės parama.
--	--

Stiprybės:

Gyvenamųjų namų modernizavimas Lietuvoje turi didelį potencialą taupyti energiją ir saugoti aplinką mažinant šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimą ir didinant atsparumą klimato kaitai. Pasaulio banko duomenimis, pastatų modernizavimas yra labai svarbus siekiant mažinti anglies dioksido išmetimą į aplinką, o Europos žaliajame sandoryje ji išskirta kaip pagrindinė iniciatyva, kuria siekiama skatinti energijos vartojimo efektyvumą šiame sektoriuje ir įgyvendinti klimato kaitos tikslus. Modernizuojant gyvenamuosius pastatus Lietuvoje galima pagerinti vidaus aplinką ir komfortą gyventojams, taip pat padidinti nekilnojamojo turto vertę ir patrauklumą pirkėjams. Be to, modernizuojant gyvenamuosius pastatus Lietuvoje sukuriamos darbo vietos ir vykdoma ekonominė veikla statybų sektoriuje. EBRD duomenimis, kiekvienas į pastatų modernizavimą investuotas euras sukuria 1,3 euro BVP augimo (Bennett, 2021).

Silpnybės:

Daugiabučių namų modernizavimas Lietuvoje susijęs su didelėmis pradinėmis išlaidomis ir ilgais atsipirkimo laikotarpiais, kurie gali atbaidyti daugiabučių namų savininkus ir gyventojus nuo investicijų. Daugiabučių namų savininkams ir gyventojams trūksta informacijos ir motyvacijos apie modernizavimo naudą. Be to, modernizavimo priemonėms įgyvendinti yra teisinių ir techninių kliūčių, pavyzdžiui, sudėtingos taisyklės, leidimai, standartai ir sutartys. Kai kurios modernizavimo medžiagos ir technologijos gali būti prastos kokybės ir ilgaamžės, todėl jas reikia dažnai prižiūrėti ir remontuoti. Tačiau kai kurios modernizavimo priemonės gali kelti pavojų, kad kai kurie pastatai praras istorinę ir kultūrinę vertę. Pavyzdžiui, kai kurie seni pastatai gali turėti architektūrinių ar meninių ypatybių, kurias modernizavimas gali pažeisti ar pakeisti.

Galimybės:

Daugiabučių namų modernizavimas Lietuvoje gali būti skatinamas didinant daugiabučių namų savininkų ir gyventojų informuotumą ir švietimą apie jo privalumus. Modernizuojant gyvenamuosius pastatus Lietuvoje sudaromos galimybės diegti inovacijas ir kurti naujas tvoros

statybos technologijas ir sprendimus. Modernizavimo projektams finansuoti ir įgyvendinti gali būti kuriami nauji verslo modeliai ir partnerystė, pavyzdžiui, energetinių paslaugų bendrovės, viešojo ir privataus sektoriaus partnerystė arba kooperatyvai. Be to, galima patobulinti teisinę ir techninę modernizavimo sistemą ir standartus, kad būtų lengviau jį priimti ir įgyvendinti. Pavyzdžiui, Lietuvos Vyriausybė pradėjo nacionalinę statybos kodeksų pažangos iniciatyvą, kuri padės priimti naujausius statybos kodeksus ir standartus. Modernizavimo medžiagų ir technologijų kokybę ir ilgaamžiškumą galima pagerinti vykdant mokslinius tyrimus ir plėtrą. Taikant tinkamas modernizavimo priemones galima išsaugoti kai kurių pastatų istorinę ir kultūrinę vertę ir kartu pagerinti jų energinį naudingumą.

Grėsmės:

Daugiabučių namų modernizavimas Lietuvoje gali susidurti su mažu visuomenės pasitikėjimu ir pasitenkinimu modernizavimo projektais ir paslaugomis dėl prastos darbų kokybės, vėlavimo ar ginčų. Taip pat gali būti didelė konkurencija ir kainų spaudimas iš kitų modernizavimo paslaugų teikėjų, o tai gali turėti įtakos modernizavimo projektų pelningumui ir tvarumui. Gali kilti teisinių konfliktų ir ginčų tarp daugiabučių namų savininkų ir gyventojų dėl modernizavimo sprendimų ar išlaidų. Kartais gali pasitaikyti techninių modernizavimo medžiagų ar technologijų gedimų ar defektų, dėl kurių gali nukentėti jų veikimas ar saugumas. Dėl netinkamų ar perteklinių modernizavimo priemonių gali būti prarasta kai kurių pastatų istorinė ir kultūrinė vertė. Išoriniai veiksniai, tokie kaip energijos kainos, klimato kaita ar teisės aktai, taip pat gali turėti įtakos modernizavimo projektų įgyvendinamumui ar patrauklumui.

Apibendrinant galima teigti, kad gyvenamųjų namų modernizavimas Lietuvoje yra sudėtingas procesas, turintis ne tik daug privalumų, bet ir iššūkių. Vienas iš pagrindinių veiksnių, darančių įtaką gyvenamųjų namų modernizavimui, yra didelės pradinės modernizavimo projektų išlaidos ir ilgas atsipirkimo laikotarpis, kurie neskatina daugiabučių namų savininkų ir gyventojų investuoti į juos. Kitas veiksnys – daugiabučių namų savininkų ir gyventojų informacijos ir motyvacijos trūkumas apie modernizavimo naudą, pavyzdžiui, energijos taupymą, komforto didinimą, turto vertės didinimą ir aplinkos apsaugą. Šiuos veiksnius galima pašalinti teikiant finansines paskatas, techninę pagalbą ir vykdant visuomenės švietimą, kad būtų remiami modernizavimo projektai.

3.6. Daugiatiksliis sprendimo priėmimas modernizavimo alternatyvoms įvertinti

Šioje dalyje yra taikoma daugiakriterės sprendimų analizė, siekiant nustatyti svarbiausias šiuolaikines pastatų modernizavimo technologijas. Vertinimui buvo pasirinkti trys daugiakriteriai sprendimų priėmimo metodai: WASPAS, COPRAS ir TOPSIS, kurie leidžia atsižvelgti į skirtingus ir kartais prieštaraujančius kriterijus. Šie metodai buvo pasirinkti dėl jų populiarumo ir efektyvumo daugiabučių pastatų modernizavimo srityje (Staniūnas et al., 2013). Naudojant rangavimo metodą buvo nustatomas santykinis veiklos rodiklių reikšmingumas ir ekspertų nuomonių suderinamumas.

3.6.1. Vertinimo kriterijai

Kad tinkamai būtų įvertinta kiekviena alternatyva, yra parinkti 9 vertinimo kriterijai. Kriterijų vertinime dalyvavo 10 statybos inžinerijos ekspertų, kurie 2023 m. sausio–vasario mėnesiais įvertino kiekvieno kriterijaus svarbą, ir pagal vertinimo rezultatus apskaičiuotas kiekvieno kriterijaus reikšmingumas. Ekspertai įvertino kiekvieno kriterijaus svarbą ir visų ekspertų bendri vertinimai pateikti 3.10 lentelėje, o apklausos anketa pateikta B priede.

3.6.1.1 Vertinimo kriterijų reikšmingumo nustatymas ekspertiniu metodu

Visų ekspertų kriterijų vertinimo rezultatai pateikti 3.13 lentelėje. Kiekvieno kriterijaus reikšmingumas gaunamas sumuojant kriterijų reikšmės ir dalinant iš visos vertinimų sumos.

Kriterijai (K):

- K₁ Laikas:** laikas, kurio prireiks modernizavimui užbaigti
- K₂ Energinis efektyvumas:** padidintas pastato energijos vartojimo efektyvumas
- K₃ Funkcionalumas:** modernizavimo galimybės pagerinti erdvės funkcionalumą
- K₄ Patvarumas:** tikėtinas modernizavimo tarnavimo laikas ir jos atsparumas nusidėvėjimui
- K₅ Komfortas:** gali pagerinti erdvės komfortą, pavyzdžiui, pagerinti vėdinimą ar apšvietimą
- K₆ Estetika:** vizualinis patrauklumas ir galimybė pagerinti bendrą patalpų išvaizdą ir pojūtį
- K₇ Poveikis aplinkai:** panaudotų medžiagų poveikis aplinkai ir bendras energijos suvartojimas
- K₈ Investicijų grąža:** galimybė, kad padidins turto vertę, ir investicijų grąžos potencialas
- K₉ Priežiūra:** metodo paprastumas ir ilgalaikės priežiūros išlaidos

Alternatyvos (A):

- A₁** Pastato atitvarų izoliacija
- A₂** Modernių langų įrengimas
- A₃** Centralizuoto šilumos tiekimo sistemos tobulinimas
- A₄** Vamzdynų ir įrangos izoliacija
- A₅** Termostatinių reguliatorių įrengimas ant radiatorių
- A₆** Balansavimo vožtuvų įrengimas
- A₇** Išmanusis skaitiklis
- A₈** Katilų įrengimas
- A₉** Saulės kolektorių įrengimas
- A₁₀** Šilumos siurblių įrengimas
- A₁₁** Rekuperatoriaus naudojimas

3.13 lentelė. Ekspertų vertinimai

Nr.	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	E ₆	E ₇	E ₈	E ₉	E ₁₀	Suma	Reikšmingumas
K ₁	3	2	2	3	2	3	2	1	2	4	24	0,05
K ₂	9	8	9	9	8	9	8	8	9	8	85	0,19
K ₃	5	4	6	5	5	4	9	5	6	5	54	0,12
K ₄	8	6	7	8	6	7	6	6	7	6	67	0,15
K ₅	4	3	3	2	4	2	3	4	3	2	30	0,07
K ₆	6	7	5	6	7	5	5	7	5	7	60	0,13
K ₇	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	11	0,02
K ₈	7	9	8	7	9	8	7	9	8	9	81	0,18
K ₉	2	5	4	4	3	6	4	3	4	3	38	0,08
Suma:											450	1,00

3.6.1.2 Nuomonių suderinamumo skaičiavimas

Atliekami skaičiavimai, ar vertintojų nuomonės yra pakankamai suderintos.

$$\bar{c} = 450/m; \quad (1.1)$$

$$S = \sum_{i=1}^m (c_i - \bar{c})^2; \quad (1.2)$$

$$S = (24 - 50)^2 + (85 - 50)^2 + (54 - 50)^2 + (67 - 50)^2 + (30 - 50)^2 + (60 - 50)^2 + (11 - 50)^2 + (81 - 50)^2 + (38 - 50)^2 = 5332;$$

$\bar{c}$ – rangų vidurkis,

$$\bar{c} = 450/9 = 50,0$$

m – kriterijų skaičius, $m = 9$,

S – dispersija,

r – ekspertų skaičius, $r = 10$,

c_i – kriterijaus rangų suma,

$$W = \frac{12S}{r^2m(m^2 - 1)}; \quad (1.3)$$

W – konkordancijos koeficientas.

$$W = \frac{12 \times 5332}{10^2 \times 9 \times (9^2 - 1)} = 0,889;$$

$$\chi^2 = Wr(m - 1) = \frac{12S}{rm(m + 1)}; \quad (1.4)$$

χ^2 – Pirsono suderinamumo kriterijus.

α – reikšmingumo lygmuo, $\alpha = 0,05$;

v – laisvės laipsnis, $v = m - 1 = 9 - 1 = 8$;

χ^2_{kr} – kritinė reikšmę parenkama pagal α ir v iš χ^2 skirstinio lentelės, $\chi^2_{kr} = 15,507$;

$\chi^2 = 0,889 \times 10 \times (9 - 1) = 71,12$;

$\chi^2 > \chi^2_{kr}$

$71,12 > 15,507$.

Išvada, kad ekspertų vertinimai suderinti, nes apskaičiuota reikšmė χ^2 didesnė už kritinę χ^2_{kr} . Nustatytas reikšmingumas gali būti naudojamas tolesniems skaičiavimams.

3.6.2. TOPSIS metodas

TOPSIS metodas, arba pirmenybės eiliškumo pagal panašumą į idealų sprendimą metodas, yra daugiakriteris sprendimų priėmimo metodas, pagal kurį alternatyvos lyginamos pagal jų santykinį panašumą į idealų sprendimą. Šis metodas pagrįstas idėja, kad geriausia alternatyva turėtų būti mažiausiu atstumu nutolusi nuo teigiamo idealaus sprendinio ir tolimiausiu atstumu nuo neigiamo idealaus sprendinio. Taikant šį metodą parenkamos geriausios modernizavimo alternatyvos (Hwang et al., 1981).

3.6.2.1 Normalizuota matrica

Kiekvienas sprendimų priėmimo matricos elementas normalizuojamas vektoriniu būdu, taikant **1.5 formulę**:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^m x_{ij}^2}}, i = \overline{1, n}; j = \overline{1, m}; \quad (1.5)$$

$$r_{1,1} = \frac{7}{\sqrt{7^2 + 28^2 + 33^2 + 34^2 + 6^2 + 4^2 + 1^2 + 14^2 + 5^2 + 22^2 + 19^2}} = 0,108.$$

3.14 lentelė. Normalizuota matrica

Nr.	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈	A ₉	A ₁₀	A ₁₁
K ₁	0,108	0,432	0,509	0,525	0,093	0,062	0,015	0,216	0,077	0,340	0,293
K ₂	0,339	0,339	0,297	0,254	0,212	0,169	0,127	0,297	0,424	0,339	0,381
K ₃	0,277	0,323	0,231	0,277	0,369	0,277	0,369	0,277	0,323	0,231	0,323
K ₄	0,298	0,341	0,298	0,383	0,256	0,256	0,256	0,341	0,256	0,256	0,341
K ₅	0,288	0,324	0,324	0,288	0,288	0,288	0,288	0,324	0,324	0,288	0,288
K ₆	0,456	0,406	0,203	0,254	0,254	0,203	0,304	0,254	0,355	0,304	0,203
K ₇	0,276	0,315	0,237	0,355	0,276	0,197	0,315	0,355	0,355	0,315	0,276
K ₈	0,325	0,284	0,244	0,365	0,244	0,284	0,325	0,284	0,365	0,284	0,284
K ₉	0,289	0,362	0,217	0,289	0,362	0,289	0,362	0,289	0,217	0,362	0,217

3.6.2.2 Svorinė normalizuota matrica

Kiekvienas normalizuotos matricos elementas dauginamas iš atitinkamo reikšmingumo q_i .

$$v_{ij} = q_i r_{ij}, i = \overline{1, n}; j = \overline{1, m}; \quad (1.6)$$

$$v_{1,1} = 0,053 \times 0,108 = 0,006.$$

3.15 lentelė. Svorinė normalizuota matrica

Nr.	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈	A ₉	A ₁₀	A ₁₁
K ₁	0,006	0,023	0,027	0,028	0,005	0,003	0,001	0,012	0,004	0,018	0,016
K ₂	0,064	0,064	0,056	0,048	0,040	0,032	0,024	0,056	0,080	0,064	0,072
K ₃	0,033	0,039	0,028	0,033	0,044	0,033	0,044	0,033	0,039	0,028	0,039
K ₄	0,044	0,051	0,044	0,057	0,038	0,038	0,038	0,051	0,038	0,038	0,051
K ₅	0,019	0,022	0,022	0,019	0,019	0,019	0,019	0,022	0,022	0,019	0,019
K ₆	0,061	0,054	0,027	0,034	0,034	0,027	0,041	0,034	0,047	0,041	0,027
K ₇	0,007	0,008	0,006	0,009	0,007	0,005	0,008	0,009	0,009	0,008	0,007
K ₈	0,058	0,051	0,044	0,066	0,044	0,051	0,058	0,051	0,066	0,051	0,051
K ₉	0,024	0,031	0,018	0,024	0,031	0,024	0,031	0,024	0,018	0,031	0,018

Čia:

C – Santykinio atstumo skaičiavimas.

3.6.2.3 Variantų prioritetų nustatymas

Pagal alternatyvų santykinio idealiam taškui reikšmes C_j^+ sudaroma alternatyvų prioritetinė eilė. Geriausia alternatyva yra ta, kurios reikšmė didžiausia.

3.16 lentelė. TOPSIS alternatyvų prioritetinė eilė

Nr.	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈	A ₉	A ₁₀	A ₁₁
K ₁	0,006	0,023	0,027	0,028	0,005	0,003	0,001	0,012	0,004	0,018	0,016
K ₂	0,064	0,064	0,056	0,048	0,040	0,032	0,024	0,056	0,080	0,064	0,072
K ₃	0,033	0,039	0,028	0,033	0,044	0,033	0,044	0,033	0,039	0,028	0,039
K ₄	0,044	0,051	0,044	0,057	0,038	0,038	0,038	0,051	0,038	0,038	0,051
K ₅	0,019	0,022	0,022	0,019	0,019	0,019	0,019	0,022	0,022	0,019	0,019
K ₆	0,061	0,054	0,027	0,034	0,034	0,027	0,041	0,034	0,047	0,041	0,027
K ₇	0,007	0,008	0,006	0,009	0,007	0,005	0,008	0,009	0,009	0,008	0,007
K ₈	0,058	0,051	0,044	0,066	0,044	0,051	0,058	0,051	0,066	0,051	0,051
K ₉	0,024	0,031	0,018	0,024	0,031	0,024	0,031	0,024	0,018	0,031	0,018
S+	0,001	0,001	0,003	0,003	0,003	0,004	0,004	0,002	0,001	0,002	0,002
S-	0,004	0,003	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,002	0,005	0,002	0,003
C	0,843	0,688	0,268	0,368	0,249	0,159	0,256	0,472	0,893	0,496	0,632
Rangas:	2	3	8	7	10	11	9	6	1	5	4

3.6.2.4 Išvados

Taikant TOPSIS metodą padaryta išvada, kad keturios geriausios modernizavimo alternatyvos yra šios: **A₁** – Pastato atitvarų izoliacija; **A₂** – Modernių langų įrengimas; **A₉** – Saulės kolektorių įrengimas; **A₁₁** – Rekuperatoriaus naudojimas.

Geriausia modernizavimo projekto alternatyva yra **A₉**, nes ji 89,3 % tenkina suinteresuotų grupių poreikius. Taip pat rekomenduojama įgyvendinti **A₁**, **A₂** ir **A₁₁** modernizavimo projektus.

3.6.3. COPRAS metodas

COPRAS metodas, sutrumpintai (angl. COmplex PROportional Assessment of alternatives), yra daugiakriterio vertinimo priemonė. Zavadskas ir Kaklauskas sukūrė šį metodą, kuriame naudojami ir maksimizavimo, ir minimizavimo rodikliai, kad būtų galima atlikti alternatyvų vertinimą (Zavadskas et al., 1994).

Sudaroma įvertinta normalizuota sprendimų priėmimo matrica.

$$d_{ij} = \frac{x_{ij} \cdot q_i}{\sum_{j=1}^m x_{ij}}, i = \overline{1, n}; j = \overline{1, m}; \quad (2.1)$$

$$d_{1,1} = \frac{7 \times 0,053}{7 + 28 + 33 + 34 + 6 + 4 + 1 + 14 + 5 + 22 + 19} = 0,002;$$

Čia:

x_{ij} – i rodiklio reikšmė j sprendimo variantu,

n – rodiklių skaičius,

m – lyginamų alternatyvų skaičius,

d_i – i rodiklio reikšmingumas,

d_{ij} – bedimensė įvertinta rodiklio reikšmė.

3.6.3.1 Tarpinė kontrolė (1)

Nagrinėjamo rodiklio reikšmingumo vertė proporcingai pasiskirsto tarp alternatyvų pagal rodiklių reikšmes. Todėl bedimensių svorinių kiekvieno rodiklio reikšmių suma visuomet lygi šio rodiklio svoriui:

$$q_i = \sum_{j=1}^m d_{ij}, i = \overline{1, n}; j = \overline{1, m}; \quad (2.2)$$

3.6.3.2 Minimizuojančių ir maksimizuojančių rodiklių sumos

Apskaičiuojamos j variantą apibūdinančių minimizuojančių S_{-j} ir maksimizuojančių S_{+j} įvertintų normalizuotų rodiklių sumos:

$$S_{+j} = \sum_{i=1}^n d_{+ij}; i = \overline{1, n}; j = \overline{1, m}; \quad (2.3)$$

$$S_{-j} = \sum_{i=1}^n d_{-ij}; i = \overline{1, n}; j = \overline{1, m}; \quad (2.4)$$

3.6.3.3 Tarpinė kontrolė (2)

Visų alternatyvių projektų ir sumos turi būti atitinkamai lygios visom minimizuojančių ir maksimizuojančių rodiklių reikšmingumų sumoms:

$$S_{+} = \sum_{j=1}^m S_{+j} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m d_{+ij}, i = \overline{1, n}; j = \overline{1, m}; \quad (2.5)$$

$$S_{-} = \sum_{j=1}^m S_{-j} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m d_{-ij}, i = \overline{1, n}; j = \overline{1, m}; \quad (2.6)$$

3.6.3.4 Variantų santykinis reikšmingumas

Lyginamų variantų santykinis reikšmingumas (efektyvumas) nustatomas remiantis juos apibūdinančiomis teigiamomis S_{+} ir neigiamomis S_{-} savybėmis.

Kiekvieno varianto a_j santykinis reikšmingumas Q_j nustatomas pagal formulę:

$$Q_j = S_{+j} + \frac{S_{-min} \cdot \sum_{j=1}^m S_{-j}}{S_{-j} \cdot \sum_{j=1}^m \frac{S_{-min}}{S_{-j}}}, j = \overline{1, m}; \quad (2.7)$$

$$\sum_{j=1}^m S_{-j} = 0,010 + 0,018 + 0,016 + 0,018 + 0,011 + 0,009 + 0,010 + 0,012 + 0,007$$

$$+ 0,016 + 0,011 = 0,138;$$

$$\sum_{j=1}^m \frac{S_{-min}}{S_{-j}} = \frac{0,007}{0,010} + \frac{0,007}{0,018} + \frac{0,007}{0,016} + \frac{0,007}{0,018} + \frac{0,007}{0,011} + \frac{0,007}{0,009} + \frac{0,007}{0,010} + \frac{0,007}{0,012} + \frac{0,007}{0,007}$$

$$+ \frac{0,007}{0,016} + \frac{0,007}{0,011} = 6,866;$$

$$Q_1 = 0,089 + \frac{0,007 \times 0,138}{0,010 \times 6,866} = 0,103;$$

3.6.3.5 Variantų prioritetų nustatymas

Pagal alternatyvų santykinį reikšmingumą Q_j sudaroma alternatyvų prioritetinė eilė.

Geriausia alternatyva ta, kurios reikšmė didžiausia.

Pagal formulę apskaičiuojamas varianto naudingumo laipsnis:

$$N_j = \frac{Q_j}{Q_{max}} \times 100; \quad (2.8)$$

$$N_1 = \frac{0,103}{0,113} \times 100\% = 92\%.$$

3.17 lentelė. Svorinė normalizuota matrica

Nr.	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈	A ₉	A ₁₀	A ₁₁
K ₁	0,002	0,009	0,010	0,010	0,002	0,001	0,000	0,004	0,002	0,007	0,006
K ₂	0,020	0,020	0,018	0,015	0,013	0,010	0,008	0,018	0,025	0,020	0,023
K ₃	0,010	0,012	0,008	0,010	0,014	0,010	0,014	0,010	0,012	0,008	0,012
K ₄	0,014	0,015	0,014	0,017	0,012	0,012	0,012	0,015	0,012	0,012	0,015
K ₅	0,006	0,007	0,007	0,006	0,006	0,006	0,006	0,007	0,007	0,006	0,006
K ₆	0,019	0,017	0,008	0,011	0,011	0,008	0,013	0,011	0,015	0,013	0,008
K ₇	0,002	0,002	0,002	0,003	0,002	0,001	0,002	0,003	0,003	0,002	0,002
K ₈	0,018	0,016	0,013	0,020	0,013	0,016	0,018	0,016	0,020	0,016	0,016
K ₉	0,008	0,009	0,006	0,008	0,009	0,008	0,009	0,008	0,006	0,009	0,006
S+	0,089	0,089	0,070	0,082	0,069	0,063	0,071	0,079	0,093	0,077	0,082
S-	0,010	0,018	0,016	0,018	0,011	0,009	0,010	0,012	0,007	0,016	0,011
Q	0,103	0,097	0,079	0,090	0,082	0,080	0,086	0,091	0,113	0,086	0,094
N _j	92%	86%	70%	80%	73%	71%	76%	81%	100%	76%	84%
Rangas:	2	3	11	6	9	10	7	5	1	8	4

3.6.3.6 Išvados

Taikant COPRAS metodą padaryta išvada, kad keturios geriausios modernizavimo alternatyvos yra šios: **A₁** – Pastato atitvarų izoliacija; **A₂** – Modernių langų įrengimas; **A₉** – Saulės kolektorių įrengimas; **A₁₁** – Rekuperatoriaus naudojimas.

Geriausia modernizavimo projekto alternatyva yra **A₉**. Taip pat rekomenduojama įgyvendinti **A₁**, **A₂** ir **A₁₁** modernizavimo projektus.

3.6.4. WASPAS metodas

Naudojamas svorinės agreguotos sumos metodas – WASPAS (angl. *Weighted Aggregated Sum Product Assessment*), taikant agregavimo koeficientą funkcijai optimizuoti, kuomet pasiekiamas didžiausias matavimų tikslumas. Šiame metode integruoti svertinės sumos – WSM (angl. *Weighted Sum Model*) ir svertinės daugybos – WPM (angl. *Weighted Product Model*) metodai (Zavadskas et al., 2013).

3.6.4.1 Sprendimo matricos normalizavimas

Pagal 3.1 formulę normalizuojami maksimizuojamieji rodikliai.

Pagal 3.2 formulę normalizuojami minimizuojamieji rodikliai.

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\max_i x_{ij}}; \quad (3.1)$$

$$\bar{x}_{ij} = \frac{\min_i x_{ij}}{x_{ij}}; \quad (3.2)$$

j – rodikliai,

i – alternatyvos.

$$\bar{x}_{1,2} = \frac{8}{10} = 0,8;$$

$$\bar{x}_{1,1} = \frac{1}{7} = 0,143;$$

3.18 lentelė. Normalizuota matrica

Nr.	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈	A ₉	A ₁₀	A ₁₁
K ₁	0,143	0,036	0,030	0,029	0,167	0,250	1,000	0,071	0,200	0,045	0,053
K ₂	0,800	0,800	0,700	0,600	0,500	0,400	0,300	0,700	1,000	0,800	0,900
K ₃	0,750	0,875	0,625	0,750	1,000	0,750	1,000	0,750	0,875	0,625	0,875
K ₄	0,778	0,889	0,778	1,000	0,667	0,667	0,667	0,889	0,667	0,667	0,889
K ₅	0,889	1,000	1,000	0,889	0,889	0,889	0,889	1,000	1,000	0,889	0,889
K ₆	1,000	0,889	0,444	0,556	0,556	0,444	0,667	0,556	0,778	0,667	0,444
K ₇	0,778	0,889	0,667	1,000	0,778	0,556	0,889	1,000	1,000	0,889	0,778
K ₈	0,889	0,778	0,667	1,000	0,667	0,778	0,889	0,778	1,000	0,778	0,778
K ₉	0,750	0,600	1,000	0,750	0,600	0,750	0,600	0,750	1,000	0,600	1,000
WSM	0,799	0,788	0,671	0,755	0,646	0,614	0,710	0,727	0,863	0,688	0,772
WPM	0,758	0,697	0,584	0,651	0,609	0,582	0,659	0,665	0,822	0,621	0,685
Q	0,779	0,743	0,627	0,703	0,627	0,598	0,684	0,696	0,843	0,655	0,729
Rangas:	2	3	10	5	9	11	7	6	1	8	4

3.19 lentelė. Svorinė normalizuota matrica WSM

Nr.	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈	A ₉	A ₁₀	A ₁₁
K ₁	0,008	0,002	0,002	0,002	0,009	0,013	0,053	0,004	0,011	0,002	0,003
K ₂	0,151	0,151	0,132	0,113	0,094	0,076	0,057	0,132	0,189	0,151	0,170
K ₃	0,090	0,105	0,075	0,090	0,120	0,090	0,120	0,090	0,105	0,075	0,105
K ₄	0,116	0,132	0,116	0,149	0,099	0,099	0,099	0,132	0,099	0,099	0,132
K ₅	0,059	0,067	0,067	0,059	0,059	0,059	0,059	0,067	0,067	0,059	0,059
K ₆	0,133	0,119	0,059	0,074	0,074	0,059	0,089	0,074	0,104	0,089	0,059
K ₇	0,019	0,022	0,016	0,024	0,019	0,014	0,022	0,024	0,024	0,022	0,019
K ₈	0,160	0,140	0,120	0,180	0,120	0,140	0,160	0,140	0,180	0,140	0,140
K ₉	0,063	0,051	0,084	0,063	0,051	0,063	0,051	0,063	0,084	0,051	0,084

Pagal 3.3 formulę skaičiuojama Svorinė normalizuota matrica WSM.

Pagal 3.4 formulę skaičiuojama Svorinė normalizuota matrica WPM.

$$\bar{x}_{ij}w_j; \quad (3.3)$$

$$\bar{x}_{1,1}w_1 = 0,143 \times 0,053 = 0,008;$$

$$(\bar{x}_{ij})^{w_j}; \quad (3.4)$$

$$(\bar{x}_{1,1})^{w_1} = 0,143^{0,053} = 0,901;$$

Čia:

$\bar{x}_{ij}$ – normalizuotos rodiklių reikšmės,

w_j – rodiklių santykinis reikšmingumas.

3.20 lentelė. Svorinė normalizuota matrica WPM

Nr.	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈	A ₉	A ₁₀	A ₁₁
K ₁	0,901	0,837	0,830	0,829	0,909	0,929	1,000	0,869	0,918	0,848	0,855
K ₂	0,959	0,959	0,935	0,908	0,877	0,841	0,797	0,935	1,000	0,959	0,980
K ₃	0,966	0,984	0,945	0,966	1,000	0,966	1,000	0,966	0,984	0,945	0,984
K ₄	0,963	0,983	0,963	1,000	0,941	0,941	0,941	0,983	0,941	0,941	0,983
K ₅	0,992	1,000	1,000	0,992	0,992	0,992	0,992	1,000	1,000	0,992	0,992
K ₆	1,000	0,984	0,898	0,925	0,925	0,898	0,947	0,925	0,967	0,947	0,898
K ₇	0,994	0,997	0,990	1,000	0,994	0,986	0,997	1,000	1,000	0,997	0,994
K ₈	0,979	0,956	0,930	1,000	0,930	0,956	0,979	0,956	1,000	0,956	0,956
K ₉	0,976	0,958	1,000	0,976	0,958	0,976	0,958	0,976	1,000	0,958	1,000

3.6.4.2 Baziniai metodai (optimalumo kriterijai)

WSM (svertinės sumos modelis)

$$Q_i^{(1)} = \sum_{j=1}^n \bar{x}_{ij}w_j; \quad (3.3.3)$$

Čia:

$\bar{x}_{ij}$ – normalizuotos rodiklių reikšmės,

w_j – rodiklių santykinis reikšmingumas.

$$Q_1^{(1)} = 0,143 \times 0,053 + 0,8 \times 0,189 + 0,75 \times 0,12 + 0,778 \times 0,149 + 0,889 \times 0,067 + 1,0 \times 0,133 + 0,778 \times 0,024 + 0,889 \times 0,18 + 0,75 \times 0,084 = 0,799;$$

WPM (svertinės daugybos modelis)

$$Q_i^{(2)} = \prod_{j=1}^n (\bar{x}_{ij})^{w_j}; \quad (3.3.4)$$

$$Q_1^{(2)} = 0,143^{0,053} + 0,8^{0,189} + 0,75^{0,12} + 0,778^{0,149} + 0,889^{0,067} + 1,0^{0,133} + 0,778^{0,024} + 0,889^{0,18} + 0,75^{0,084} = 0,758.$$

3.6.4.3 Svorinė agreguota funkcija

Abiem funkcijoms $Q_i^{(1)}$ ir $Q_i^{(2)}$ suteikiamas vienodas svoris, t. y. agregavimo koeficientas $\lambda = 0,5$, tuomet:

$$Q_i = 0,5Q_i^{(1)} + 0,5Q_i^{(2)}. \quad (3.3.5)$$

$$Q_1 = 0,5 \times 0,799 + 0,5 \times 0,758 = 0,779.$$

3.6.5. Išvados

Taikant WASPAS metodą padaryta išvada, kad keturios geriausios modernizavimo alternatyvos yra šios: **A₁** – Pastato atitvarų izoliacija; **A₂** – Modernių langų įrengimas; **A₉** – Saulės kolektorių įrengimas; **A₁₁** – Rekuperatoriaus naudojimas. Geriausia modernizavimo projekto alternatyva yra **A₉**. Taip pat rekomenduojama įgyvendinti **A₁**, **A₂** ir **A₁₁** modernizavimo projektus.

Apibendrinant skaičiavimus, kurie yra atlikti trimis skirtingais metodais (TOPSIS, COPRAS ir WASPAS) nustatyta, kad geriausia modernizavimo technologija – **A₉** (saulės kolektorių įrengimas). Visi šie metodai turi vienodą rangą keturioms aukščiausių rangą turinčioms modernizavimo technologijoms, todėl galima daryti išvadą, kad geriausi metodai yra **A₉**, **A₁**, **A₂** ir **A₁₁**. Visi COPRAS, TOPSIS ir WASPAS metodų rezultatai ir sprendimų rangai pateikiami 3.21 lentelėje.

3.21 lentelė. COPRAS, TOPSIS ir WASPAS metodų rezultatai ir rangai

Alternatyvos	COPRAS		TOPSIS		WASPAS	
	Q _i	Rangas	C _i	Rangas	Q _i	Rangas
A₁	0,103	2	0,843	2	0,779	2
A₂	0,097	3	0,688	3	0,743	3
A₃	0,079	11	0,268	8	0,627	10
A₄	0,09	6	0,368	7	0,703	5
A₅	0,082	9	0,249	10	0,627	9
A₆	0,08	10	0,159	11	0,598	11
A₇	0,086	7	0,256	9	0,684	7
A₈	0,091	5	0,472	6	0,696	6
A₉	0,113	1	0,893	1	0,843	1
A₁₀	0,086	8	0,496	5	0,655	8
A₁₁	0,094	4	0,632	4	0,729	4

3.7. Pagrindinės pastatų modernizavimo kliūtys

Nors pastatų modernizavimas gali turėti didelį teigiamą poveikį, rinkos tendencijos rodo, kad tai nėra plačiai paplitusi praktika. Šią tendenciją lemia keletas veiksnių, kurie dažnai skirstomi į vieną iš šių keturių kategorijų:

- 1) Techninės kliūtys,
- 2) Finansinės kliūtys;
- 3) Socialinės kliūtys;
- 4) Reguliavimo kliūtys.

Techninės kliūtys susijusios su tuo, kad pastatų atitvarų modernizavimas yra susijęs su palyginti naujomis technologijomis ir procesais, todėl kyla šios problemos:

1. Kvalifikuotų darbuotojų, kurie būtų apmokyti ir galėtų dirbti su naujomis technologijomis, trūkumas ir modernizavimo sudėtingumas techniniu ir logistiniu požiūriu (Smart Cities Information System, 2020);
2. Technologijų trūkumas, kurios yra pakankamai išvystytos ir komerciškai prieinamos;
3. Ribota informacija ir duomenys apie energijos suvartojimą ir naudojimą, todėl sudėtinga kurti integruotus sprendimus ir įvertinti jų galimą naudą. Taip yra dėl to, kad trūksta veiksmingos vertės grandinės dalyvių integracijos, trūksta procesų kontrolės ir standartizuoto deramo patikrinimo.

Finansinės kliūtys – iššūkis, kurį daugiausia lemia sunkumai, susiję su investuotojų ir finansuotojų visapusišku gyvavimo ciklo sąnaudų vertinimu. Jie dažnai skirstomi į šias kategorijas:

1. Didelės pradinės išlaidos: dėl palyginti naujų technologijų ir darbų pobūdžio pastato atitvarų atnaujinimas reikalauja didelių investicijų, kurios būsto savininkams gali būti antros pagal dydį išlaidos po paties namo įsigijimo. Namų savininkai gali rinktis pigesnius energijos vartojimo efektyvumo sprendimus (Smart Cities Information System, 2020);
2. Ilgas atsipirkimo laikotarpis (gali trukti nuo 30 iki 50 metų) (D'Oca et al., 2018). Nors reikalingos didelės investicijos, atsipirkimo laikotarpis yra gana ilgas, o tai neskatina namų savininkų imtis pastato atitvarų atnaujinimo;
3. Finansavimo galimybių trūkumas: Nors ši padėtis gali pasikeisti kiekvienoje valstybėje narėje pradėjus įgyvendinti atkūrimo ir atsparumo planą, dabartinės finansavimo galimybės pastatų atitvarų modernizavimui dažnai yra ribotos. Komercinių bankų finansavimo schemose dažnai vengiama rizikos ir vertinant jas paprastai neatsižvelgiama į energijos taupymą ir su tuo susijusią finansinę grąžą (Smart Cities Information System, 2020), o viešosios paramos schemos gali būti neprieinamos arba nepatrauklios mažas ir vidutines pajamas gaunantiems namų savininkams, kurie turi ribotas galimybes gauti tradicinį finansavimą (D'Oca et al., 2018).

Socialinės kliūtys – tai neformali praktika, kuri formuoja ir daro įtaką galutinių naudotojų ir savininkų poreikiams ir interesams. Šias kliūtis galima apibendrinti taip:

1. 48,6 % esamo ES pastatų fondo sudaro daugiabučiai pastatai, dažnai turintys kelis savininkus (European Commission, 2022). Dėl to sprendimų priėmimo procesas tampa gana sudėtingas, ypač dėl to, kad kiekvienas savininkas gali turėti skirtingą naudą iš pastato atitvarų modernizavimo (D'Oca et al., 2018);
2. Trūksta žinių ir informuotumo apie poveikio aplinkai koeficientą (PVK), energijos problemas ir jų sprendimo būdus. Naudotojai ir savininkai nebūtinai žino apie finansinę ir tvarią pastato atitvarų modernizavimo naudą, taip pat apie tai, kaip ji veikia 1) pastato kokybės suvokimą ir pastato funkcionalumą, 2) nekilnojamojo turto vertę ir 3) bendrą bendruomenės sveikatą, nes šie veiksniai gali būti neapčiuopiami arba ilgalaikiai. Tuo tarpu naudotojai ir savininkai linkę menkai pasitikėti naujais energetiniais sprendimais ir technologijomis ir baiminasi galimos rizikos, neapibrėžtumo ir naštos, susijusios su modernizavimo veikla (Smart Cities Information System, 2020).

Reguliavimo kliūtys susijusios su sunkumais (trukme, išlaidomis ir (arba) pastangomis) gauti reikiamus statybos leidimus pastatų atitvaroms modernizuoti. Be to, kai kurie su architektūra susiję reglamentai (pavyzdžiui, kai neleidžiama apšiltinti išorinių sienų arba pakeisti istorinių langų rėmų ir stiklų) labai apriboja galimus pastatų atitvarų modernizavimo sprendimus.

Apibendrinant galima daryti išvadą, kad pastatų modernizavimas yra svarbus klausimas Lietuvoje, nes šalis siekia pagerinti savo pastatų fondo energinį efektyvumą ir bendrąsias eksploatacines savybes. Pastatų modernizavimo teisinė sistema Lietuvoje yra išsami ir ja siekiama koordinuotai ir tvariai remti pastatų fondo modernizavimą. Tiek individualus modernizavimas, tiek kvartalinis daugiabučių namų modernizavimas yra svarbūs Lietuvos pastatų modernizavimo sistemos dalys, kurias remia įvairios politikos ir finansavimo priemonės, skatinančios pastatų savininkus ir nuomininkus investuoti į modernizavimą. Ekspertų interviu, socialinių ir ekonominių rodiklių bei SSGG analizės suteikia vertingų įžvalgų apie Lietuvos daugiabučių namų modernizavimo galimybes ir iššūkius.

IŠVADOS

Įvertinus šiame baigiamajame darbe aprašytą atliktą modernizavimo analizę, daromos išvados:

1. Pastatų energinį efektyvumą galima padidinti įvairiais būdais: naudojant pastatų atitvaras, izoliaciją, stiklinimą, šildymo, karšto ir šalto vandens tiekimo sistemas, oro kondicionavimo, vėdinimo, vėsinimo ir apšvietimo sistemas. Šios technologijos teikia didelę naudą, pavyzdžiui, mažina energijos suvartojimą, gerina šiluminį komfortą ir oro kokybę. Tačiau jos turi ir tam tikrų trūkumų, pavyzdžiui, dideles pradinės investicijas ir priežiūros išlaidas. Siekiant pagerinti šių technologijų našumą, efektyvumą ir tvarumą, reikia toliau vykdyti mokslinius tyrimus ir plėtrą.

2. Kelių šalių modernizavimo analizė atskleidžia pastatų modernizavimo iššūkius ir galimybes bei suteikia informacijos apie galimą geresnę praktiką Lietuvoje. Pastatų modernizavimas yra aktualus klausimas visose šalyse, nes juo siekiama pagerinti savo pastatų fondo energinį efektyvumą ir bendrąsias eksploatacines savybes. Tačiau įgyvendinant modernizavimo projektus susiduriama su kliūtimis, susijusiomis su techniniais, finansiniais, socialiniais ir reguliavimo veiksniais.

3. Šiuolaikinių technologijų naudojimas statybos sektoriuje sparčiai didėja, nes atsiranda poreikis statyti energiškai efektyvius ir tvarius pastatus. Energijos vartojimo efektyvumo didinimas laikomas vienu iš ekonomiškai efektyviausių būdų patenkinti didėjančius energijos poreikius, pagerinti energetinį saugumą, aplinkos kokybę, gyvenimo kokybę ir ekonominę gerovę. Modernių technologijų taikymas pastatų modernizavimo projektuose gali duoti daug naudos, įskaitant mažesnę energijos suvartojimą, mažesnes priežiūros išlaidas ir didesnę komfortą bei saugumą pastatų gyventojams.

4. Ekspertai siūlo, kad pastatų modernizavimo projektuose būtų naudojami novatoriški sprendimai, atsinaujinantys energijos šaltiniai ir naujos projektavimo priemonės, siekiant didesnio energijos vartojimo efektyvumo ir mažesnių sąnaudų. Jie taip pat pabrėžia, kad svarbu pagerinti pastato energinę klasę ir patobulinti jo apdailą bei inžinerines sistemas. Efektyvus šiuolaikinių technologijų integravimas į pastatų modernizavimo projektus reiškia, kad naudojamos technologijos, padedančios sumažinti energijos suvartojimą ir išlaidas bei pagerinti pastatų komfortą ir kokybę. Tokios technologijos gali būti susijusios su pastato atitvaromis, šildymo, vėdinimo ir oro kondicionavimo sistemomis, atsinaujinančiais energijos šaltiniais, elektros tinklo valdymu ir automatizavimu, taip pat duomenų rinkimu ir analize.

5. Apibendrinant SSGG analizę galima teigti, kad gyvenamųjų namų modernizavimas Lietuvoje yra sudėtingas procesas, turintis ne tik daug privalumų, bet ir iššūkių. Vienas iš pagrindinių veiksnių, darančių įtaką gyvenamųjų namų modernizavimui, yra didelės pradinės modernizavimo projektų išlaidos ir ilgas atsipirkimo laikotarpis, kurie neskatina daugiabučių namų savininkų ir

gyventojų investuoti į modernizavimą. Kitas veiksnys – daugiabučių namų savininkų ir gyventojų informacijos ir motyvacijos trūkumas apie modernizavimo naudą, pavyzdžiui, energijos taupymą, komforto padidėjimą, turto vertės padidėjimą ir aplinkos apsaugą. Šiuos veiksnius galima išspręsti teikiant finansines paskatas, techninę pagalbą ir vykdant visuomenės švietimą, kad būtų remiami modernizavimo projektai.

6. Siekiant nustatyti svarbiausias šiuolaikines pastatų modernizavimo technologijas, buvo atlikta daugiakriterė sprendimų analizė. Saulės kolektorių naudojimas buvo nustatytas kaip geriausia alternatyva modernizavimo projektui, taip pat rekomenduojama įgyvendinti pastatų atitvarų apšiltinimo, modernių langų įrengimo ir rekuperatoriaus naudojimo modernizavimo projektus.

7. Pastatų modernizavimas yra svarbus tvarios ir ekologiškos ekonomikos aspektas, todėl labai svarbu įveikti kliūtis, susijusias su modernizavimo projektų įgyvendinimu. Valdžia gali padėti modernizuoti pastatų fondą skatindama pažangiųjų technologijų naudojimą ir remdama pastatų savininkus bei nuomininkus modernizavimo procese.

LITERATŪRA

- 123RF. (2021). *Insulation cross-section layered scheme of wall thermal protection*. https://www.123rf.com/photo_55614259_insulation-cross-section-layered-scheme-of-wall-thermal-protection-insulation-principle-scheme-insul.html
- Absoliuta. (2017). *Šildymo sistemos balansavimas*. <https://www.absoliuta.lt/sildymo-sistemas-balansavimas>
- Airtecnicos. (2021). *Heat recovery: Overview*. <https://www.airtecnicos.com/technology/heat-recovery-overview>
- Allouhi, A., El Fouih, Y., Kousksou, T., Jamil, A., Zeraouli, Y., & Mourad, Y. (2015 m. 12). Energy consumption and efficiency in buildings: Current status and future trends. *Journal of Cleaner Production*, 109, 118-130.
- APVA. (2022). *Daugiabučių namų atnaujinimo (modernizavimo) programa*. <https://modernizuok.apva.lt/veiklos-sritys/administruojamos-programos/daugiabuciu-namu-atnaujinimo-modernizavimo-programa/102>
- APVA. (2022). *Klimato kaitos programa*. <https://www.apva.lt/veiklos-sritys/projektu-vystymas/klimato-kaitos-specialioji-programa/>
- APVA. (2023). *Renovuotų daugiabučių namų skaičius*. <https://data.gov.lt/dataset/renovuotu-daugiabuciu-namu-per-2019>
- Bălănescu, D., & Homutescu, V. (2019). Study on condensing boiler technology potential accounting various fuels. *Procedia Manufacturing*, 32, 504-512.
- Bennett, V. (2021). *EBRD lends €67.5 million for greening buildings in Lithuania*. EBRD. <https://www.ebrd.com/news/2021/ebrd-lends-675-million-for-greening-buildings-in-lithuania.html>
- Byun, J., Hong, I., Lee, B., & Park, S. (2013). Intelligent household LED lighting system considering energy efficiency and user satisfaction. *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, 59(1), 70-76.
- Borge-Diez, D., & Rosales-Asensio, E. (2020). *Energy Services Fundamentals and Financing*. Academic Press.
- Cao, M. (2021). Architecture and application of intelligent heating network system based on cloud computing platform. *Thermal Science*, 25(4), 2889-2896. <https://doi.org/10.2298/TSCI2104889C>.
- Castrads. (2022). *Thermostatic Radiator Valves*. <https://www.castrads.com/us/resources/how-it-works/thermostatic-radiator-valves/>

- Ćehić, M., & Omer, S.-E. (2016 m. 2). Justifiability Installation of New Types of Window. *Journal of Materials Science and Engineering B*, 6(1), <https://doi.org/10.17265/2161-6221/2016.1-2.004>.
- City of Helsinki. (2021). *Energy renovations*. <https://www.hel.fi/helsinki/en/housing/construction/construction-urban/efficiency/energy-renovations/energy-renovations>
- Country Economy. (2022). *Lithuania GDP - Gross Domestic Product*. <https://countryeconomy.com/gdp/lithuania>
- D'Oca, S., Ferrante, A., Ferrer, C., Perneti, R., Gralka, A., Sebastian, R., & Op 't Veld, P. (2018). Technical, Financial, and Social Barriers and Challenges in Deep Building Renovation: Integration of Lessons Learned from the H2020 Cluster Projects: <https://www.mdpi.com/2075-5309/8/12/174>
- Delfi. (2021). *Marijampolėje esančio daugiabučio renovacija: renovacijai įkvėpė ir kaimyninius namus*. <https://www.delfi.lt/uzsakomasis-turinys/archive/marijampoleje-esancio-daugiabucio-renovacija-renovacijai-ikvepe-ir-kaimyninius-namus.d?id=86704981>
- Destatis. (2023). *Building permits for dwellings issued in February 2023*. https://www.destatis.de/EN/Press/2023/04/PE23_152_3111.html
- Ding, G., & Clavero, C. (2017). Silver-Based Low-Emissivity Coating Technology for Energy-Saving Window Applications. *Modern Technologies for Creating the Thin-film Systems and Coatings*.
- Eco Habitat. (2018). *Low emissivity glass (low-e), how does it work*. <https://www.ecohabitat.gr/are-you-looking-for-energy-efficient-glass-for-your-home/>
- Ekspertai. (2019). *Geoterminis šildymas su vertikalias zondais*. https://www.ekspertai.lt/geoterminis_sildymas/straipsniai/geoterminis_sildymas_su_vertikal_ias_zondais
- ENA. (2021). *Rekomendacijų energijos vartojimo auditus pastatuose atliekantiems auditoriams rinkinys*. https://www.ena.lt/uploads/PDF-EVE/EVA_Pastatuose_rekomendacijos_auditoriams1206.pdf
- ENA. (2023). *Lietuvos energetikos agentūra*. <https://www.ena.lt/>
- Enerdata. (2022). <https://yearbook.enerdata.net/total-energy/world-energy-intensity-gdp-data.html>
- Energiesprong. (2022). *Uploads*. https://www.energiesprong.fr/app/uploads/2022/02/noirettes_jpg.webp
- Euronews. (2021). *This small city in Finland is leading the way as a model sustainable city*. <https://www.euronews.com/green/2021/09/24/this-small-city-in-finland-is-leading-the-way-as-a-model-sustainable-city>

- European Commission. (2019). *Comprehensive study of building energy renovation activities and the uptake of nearly zero-energy buildings in the EU*. <https://data.europa.eu/doi/10.2833/14675>
- European Commission. (2020). *A Renovation Wave for Europe - Greening Our Buildings, Creating Jobs, Improving Lives*.
- European Commission. (2020). *Long-term strategy for the renovation of buildings*. https://energy.ec.europa.eu/system/files/2021-01/lv_2020_ltrs_official_translation_en_0.pdf
- European Commission. (2021). *Long-Term Renovation Strategy of Lithuania*. https://energy.ec.europa.eu/system/files/2021-08/lt_2020_ltrs_en_0.pdf
- European Commission. (2022). *EU Buildings Factsheets*. https://ec.europa.eu/energy/eu-buildings-factsheets_en
- European Commission. (2022). *European Semester documents for Finland*. https://commission.europa.eu/business-economy-euro/economic-and-fiscal-policy-coordination/european-semester/european-semester-your-country/finland/european-semester-documents-finland_en
- European Commission. (2022). *Finland's recovery and resilience plan*. https://commission.europa.eu/business-economy-euro/economic-recovery/recovery-and-resilience-facility/finlands-recovery-and-resilience-plan_en
- European Union. (2009). *Europos Parlamento ir Tarybos direktyva 2009/125/EB*. Official Journal of the European Communities.
- European Union. (2018). *2018 m. gruodžio 11 d. Europos Parlamento ir Tarybos direktyva (ES) 2018/2001 dėl skatinimo naudoti atsinaujinančių išteklių energiją*. Official Journal of the European Communities.
- Eurostat. (2023). *Living conditions in Europe - housing*. <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?oldid=485990>
- Fabbri, M., Glicker, J., Schmatzberger, S., & Roscini, A. (2020). *A Guidebook to European Building Policy: Key Legislation and Initiatives*. www.bpie.eu
- France. (2023). *The coolest new buildings in France*. <https://www.france.fr/en/news/list/the-coolest-new-buildings-in-france>
- Galex Systems. (2016). *Vaccum Tube Vs. Flat Panels*. <http://www.galexsys.com/vaccum-tube-vs-flat-panels/>
- Hassan, I. (2020). Thermal Insulation Materials: Types and Properties. *TheengineeringEdu*. <https://theengineeringedu.com/thermal-insulation-materials/>
- Heinze. (2022). *Youth Living Cologne-Ehrenfeld*. <https://www.heinze.de/architekturobjekt/jugendwohnen-koeln-ehrenfeld/13095446/>

- Hermelink, A., Von Manteuffel, B., & Grözinger, J. (2017). *Minimum performance requirements for window replacement in the residential sector Final report*. www.ecofys.com
- Hive Home. (2021). *Hive radiator valve*. <https://www.hivehome.com/shop/smart-heating/hive-radiator-valve>
- Hong, Y., Ezech, C., Deng, W., Hong, S.-H., & Peng, Z. (2019). Building Energy Retrofit Measures in Hot-Summer-Cold-Winter Climates: A Case Study in Shanghai. *Energies*, 12. <https://doi.org/10.3390/en12173393>
- Hwang, C.-L., Yoon, K., Hwang, C.-L., & Yoon, K. (1981). Methods for multiple attribute decision making. *Multiple attribute decision making: methods and applications a state-of-the-art survey*, 58-191.
- IMF. (2021). *Finland's Green Building Revolution*. <https://www.imf.org/en/News/Articles/2021/10/27/110421-finlands-green-building-revolution>
- Yu, C. (2021). *Chilled Water System: Components, Diagrams & Applications*. Aircondlounge: <https://aircondlounge.com/chilled-water-system/>
- Krarti, M., Dubey, K., & Howarth, N. (2019). Energy productivity analysis framework for buildings: a case study of GCC region. *Energy*, 167, 1251-1265. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.11.060>
- Li, J., Shao, S., Wang, Z., Xie, G., Wang, Q., Xu, Z., Han, L., & Gou, X. (2022). A review of air-to-air membrane energy recovery technology for building ventilation. *Energy and Buildings*, 265, 112097. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2022.112097>
- Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija. (2016). *STR 2.01.02:2016 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas ir sertifikavimas“*. <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/b25875b124ac11edb36fa1cf41a91fd9>
- Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija. (2021). *Lietuvos ilgalaikė renovacijos strategija*. <https://am.lrv.lt/uploads/am/documents/files/STPD/Lietuvos%20ilgalaik%C4%97%20renovacijos%20strategija.pdf>
- Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija. (2022). *Daugiabučių namų modernizavimas*. <https://am.lrv.lt/lt/veiklos-sritys-1/statyba-ir-bustas/daugiabuciu-namu-modernizavimas>
- Lietuvos Respublikos finansų ministerija. (2021). *Renovacijos banga: siekiant padidinti daugiabučių namų energijos vartojimo efektyvumą Lietuvoje kuriama inovatyvi Investicijų platforma*. <https://finmin.lrv.lt/lt/naujienos/renovacijos-banga-siekiant-padidinti-daugiabuciu-namu-energijos-vartojimo-efektyvuma-lietuvoje-kuriama-inovatyvi-investiciju-platforma>
- Lietuvos Respublikos Seimas. (2021). *2021 Kaitos valdymo plėtros programos pagrindimas*. <https://e->

- seimas.lrs.lt/rs/lasupplement/TAP/6226fd01357911ec99bbc1b08701c7f8/49d01a69357a11ec99bbc1b08701c7f8/format/ISO_PDF/
- Lūce, I., Amoliņa, I., & Neibergs, M. (2021). Renovation of multi-apartment residential buildings in Latvia. *Proceedings of the 10th International Scientific Conference Rural Development 2021*, 378-385.
https://www.researchgate.net/publication/358102035_RENOVATION_OF_MULTI-APARTMENT_RESIDENTIAL_BUILDINGS_IN_LATVIA
- McDowall, R. (2008). *Fundamentals of HVAC Control Systems: SI Edition Hardbound Book*.
- Miliutis, F. (2016). *Verslo Žinios*. ESCO modelis – kas tai yra ir kodėl verta rinktis?:
<https://www.vz.lt/2016/08/02/1617/esco-modelis--kas-tai-yra-ir-kodel-verta-rinktis>
- Ministry of Economics of the Republic of Latvia. (2022). *Economic Development of Latvia*.
<https://www.em.gov.lv/en/media/16614/download?attachment>
- Neuffer. (2021). *Windows*. <https://www.neuffer.de/en/windows.php>
- Nigen. (2021). *Guide to Pipeline Hydrostatic Testing*. <https://nigen.com/guide-to-pipeline-hydrostatic-testing/>
- NTR. (2021). *NTR įregistruoti objektai*. <https://www.registrucentras.lt/p/1074>
- Odyssee Mure. (2021). *Efficiency trends policies profiles*. <https://www.odyssee-mure.eu/publications/efficiency-trends-policies-profiles/germany.html>
- Odyssee Mure. (2022). *Efficiency trends policies profiles*. <https://www.odyssee-mure.eu/publications/efficiency-trends-policies-profiles/france.html>
- OECD. (2022). *Better Regulation in Europe: Finland*. <https://www.oecd.org/gov/regulatory-policy/betterregulationineuropefinland.htm>
- OECD. (2022). *Lithuania Economic Snapshot*. <https://www.oecd.org/economy/lithuania-economic-snapshot/>
- OEKO. (2020). *The heat transition: Progressing climate action in the building sector*.
<https://www.oeko.de/en/research-consultancy/issues/energy-and-climate-protection/the-heat-transition-progressing-climate-action-in-the-building-sector/>
- Olaine. (2022). *Renovated apartment building at Jelgavas street 20*.
<https://www.olaine.lv/lv/jaunumi/renoveta-daudzdzivoklu-maja-jelgavas-iela-20>
- OSP. (2022). *Gyventojų skaičius ir sudėtis*. <https://osp.stat.gov.lt/lietuvos-gyventojai-2022/salies-gyventojai/gyventoju-skaicius-ir-sudetis>
- OSP. (2023). *Tiesioginės investicijos*. <https://osp.stat.gov.lt/tiesiogines-investicijos>
- Péan, T., Salom, J., & Costa-Castelló, R. (2019 m. 2). Review of control strategies for improving the energy flexibility provided by heat pump systems in buildings. *Journal of Process Control*, 35-49. <https://doi.org/10.1016/j.jprocont.2018.03.006>.

- Rethink the Recovery. (2021). *French Plan Analysis*.
https://rethinktherecovery.org/sites/default/files/2021-04/FW_Rethink-the-Recovery_French-Plan-Analysis.pdf
- Rutz, D., Winterscheid, C., Pauschinger, T., Grimm, S., Roth, T., Doračić, B., Dyer, G., Østergaard, T., & Hummelshøj, R. (2019). *Centralizuoto šilumos tiekimo sistemų tobulinimas*. WIP Renewable Energies. www.upgrade-dh.eu
- SA. (2020). *Kvartalinė renovacija Utenoje: naujai atgimusios erdvės ir augantis bendruomeniškumas*. <https://sa.lt/kvartaline-renovacija-utenoje-naujai-atgimusios-erdves-ir-augantis-bendruomeniskumas/>
- Schulze Darup, B., Zwiauer, K., & Prokupek, S. (2016). *Energy-efficient Buildings - Passive House*. Lifelong Learning Programme. Lifelong Learning Programme.
- Simėnas, D. (2022). Sukauptosios TUI Lietuvoje per metus išaugo 11,2%, lietuviškosios TI užsienyje – 7,3%. *Verslo žinios*. <https://www.vz.lt/finansai-apskaita/2022/12/30/sukauptosios-tui-lietuvoje-per-metus-isaugo-112-lietuviskosios-ti-uzsienyje--73>
- Skopik, F., & Smith, P. D. (2015). *Smart grid security: Innovative solutions for a modernized grid*. Syngress.
- Smart Cities Information System. (2020). *Building envelope retrofit solution booklet*. https://smart-cities-marketplace.ec.europa.eu/sites/default/files/2021-02/scis_solution_booklet_building_envelope_retrofit.pdf
- Staniūnas, M., Medineckienė, M., Zavadskas, E. K., & Kalibatas, D. (2013). To modernize or not: ecological-economical assessment of multi-dwelling houses modernization. *Archives of civil and mechanical engineering*, 13, 88-98.
- Statista. (2022). *Lithuania: Gross domestic product (GDP) in current prices from 1997 to 2027*. <https://www.statista.com/statistics/375257/gross-domestic-product-gdp-in-lithuania/>
- Statista. (2023). *Housing market in Germany*. <https://www.statista.com/topics/8603/housing-market-in-germany/>
- Statista. (2023). *Lithuania: Inflation rate from 2007 to 2027*. <https://www.statista.com/statistics/375258/inflation-rate-in-lithuania/>
- STR 2.04.01:2018. (2019). *Pastatų atitvaros. Sienos, stogai, langai ir išorinės įėjimo durys*. <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/f58c3ad0544711e98bc2ba0c0453c004>
- Takala-Karppanen, R. (2022). *Betoni*. Facade renovation 2021 competition: As Oy Säästökontu succeeded in demanding façade renovation: <https://betoni.com/lehti/2022/06/02/as-oy-saastokontu-onnistui-vaativassa-julkisivuremontissa/>

- Teka, L. G., Zadshir, M., & Yin, H. (2023). Mechanical analysis and design of large building integrated photovoltaic panels for a seamless roof. *Solar Energy*, 251, 1-12.
<https://doi.org/10.1016/j.solener.2022.12.045>
- TheGreenAge. (2021). *Water Tank and Pipe Insulation*. TheGreenAge:
<https://www.thegreenage.co.uk/tech/water-tank-pipe-insulation/>
- Tresor. (2020). *Building the France of 2030 today: French recovery plan's measures for investors*.
<https://www.tresor.economie.gouv.fr/Articles/2020/11/12/building-the-france-of-2030-today-french-recovery-plan-s-investment-measures>
- U.S. Department of Energy. (2021). *Active Solar Heating*.
<https://www.energy.gov/energysaver/active-solar-heating>
- U.S. Department of Energy. (2021). *Passive Solar Home Design*.
<https://www.energy.gov/energysaver/passive-solar-home-design>
- Udiena. (2020). *Kaip išsirinkti gerą gyvenamosios palėpės stogo izoliaciją*.
<https://udiena.lt/aktualijos/kaip-issirinkti-gera-gyvenamosios-palepes-stogo-izoliacija/>
- UNECE. (2017). *Energy for Sustainable Development in the UNECE Region*.
https://unece.org/DAM/energy/se/pdfs/comm_gen/Publications/2017/UNECEsustainableEnergyPub.pdf
- United Nations Environment Programme. (2022). *2022 Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a Zero-emission, Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector*.
https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/41133/Building_Construction_2022.pdf
- Visockienė, M. (2021). *Etaplius*. Su AB „Šiaulių energija“ specialistų pagalba renovuotas Šiaulių daugiabutis – vienas iš „Metų renovacijos projekto 2021“ nugalėtojų:
<https://etaplius.lt/naujiena/renovuotas-siauliu-daugiabutis-mena-simtamete-istorija>
- Whitlock, R. (2015). *Interesting Engineering*. 6 Important Benefits of Smart Meters:
<https://interestingengineering.com/science/6-important-benefits-of-smart-meters>
- Zavadskas, E. K., Antucheviciene, J., Saparaskas, J., & Turskis, Z. (2013). MCDM methods WASPAS and MULTIMOORA: verification of robustness of methods when assessing alternative solutions. *Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research*, 47, 5-20.
- Zavadskas, E. K., Kaklauskas, A., & Šarka, V. (1994). The new method of multicriteria complex proportional assessment of projects. *Vilnius technikos universitetas*.



INTERVIU

Esu Leonardas Prialgauskas Vilniaus Tech Universiteto antros pakopos studijų studentas.

Rašau magistrinio baigiamąjį darbą tema:

„Šiuolaikinių technologijų taikymo pastatų modernizavimo procese analizė“.

Tikslas yra išanalizuoti ir įvertinti šiuolaikinių technologijų taikymą pastatų modernizavimui.

Interviu sudarytas autoriaus iš 10 atvirų klausimų.

Prieš interviu sudarytas klausimynas apie tiriamuosius respondentus.

Interviu bus naudojamas kaip papildomas informacijos šaltinis magistriniame darbe.

Pareigos:			
Darbo patirtis šioje sferoje:			
a) iki 2 metų	b) nuo 2 iki 5 metų	c) nuo 5 iki 10 metų	d) ilgiau nei 10 metų

Klausimai:

1. Kuriuose Lietuvos miestų teritorijose reikia modernizuoti daugiabučius namus *pirmiausia*?

A.1 lentelė. Ekspertų nuomonė apie Lietuvos modernizavimą

--

2. Įvardinkite *gerus* daugiabučių namų modernizavimo pavyzdžius Lietuvoje.

A.2 lentelė. Ekspertų nuomonė apie gerus modernizavimo pavyzdžius Lietuvoje

--

3. Įvardinkite *blogus* daugiabučių namų modernizavimo pavyzdžius Lietuvoje.

A.3 lentelė. Ekspertų nuomonė apie blogus modernizavimo pavyzdžius Lietuvoje

--

4. Kokiais *kitų šalių* pavyzdžiais remiamasi planuojant modernizavimo projektus?

A.4 lentelė. Ekspertų pateiktos šalys, kuriomis remiamasi planuojant modernizavimą

--

5. Ar Lietuvos *teisinė sistema* yra pakankama pastatų modernizavimui skatinti?

A.5 lentelė. Ekspertų nuomonė apie Lietuvos teisinę sistemą

--

6. Kaip statybos *technologijų* ir *medžiagų* pažanga gali būti veiksmingai panaudota pastatų modernizavimo projektuose?

A.6 lentelė. Ekspertų nuomonė apie statybos technologijų ir medžiagų panaudojimą

--

7. Su kokiais pagrindiniais *iššūkiais* susiduria pastatų savininkai modernizuodami pastatus, ir kaip šiuos iššūkius galima įveikti?

A.7 lentelė. Ekspertų nuomonė apie pagrindinius modernizavimo iššūkius

--

8. Kokios dažniausiai daromos *klaidos* vykdant pastatų modernizavimo projektus ir kaip jų išvengti?

A.8 lentelė. Ekspertų nuomonė apie daromas klaidas vykdant pastatų modernizavimą

--

9. Kaip veiksmingai integruoti *šiuolaikines technologijas* į pastatų modernizavimo projektus, kad būtų padidintas energijos vartojimo efektyvumas ir sumažintos išlaidos?

A.9 lentelė. Ekspertų nuomonė apie šiuolaikines technologijas

--

10. Kokia yra tipinė pastato modernizavimo *projekto trukmė* nuo planavimo iki užbaigimo?

A.10 lentelė. Ekspertų nuomonė apie pastato modernizavimo projekto trukmę

--

11. Kaip nustatote galimą energijos taupymą ir įvairių pastatų modernizavimo metodų ekonominį efektyvumą?

A.11 lentelė. Ekspertų nuomonė apie pastato modernizavimo efektyvumą

--

Ačiū už Jūsų atsakymus ir laiką.



APKLAUSA

Esu Leonardas Prialgaukas Vilniaus Tech Universiteto antros pakopos studijų studentas.

Rašau magistrinio baigiamąjį darbą tema:

„Šiuolaikinių technologijų taikymo pastatų modernizavimo procese analizė“.

Tikslas yra išanalizuoti ir įvertinti šiuolaikinių technologijų taikymą pastatų modernizavimui.

Tyrimu siekiama įvertinti daugiabučių pastatų modernizavimo metodus.

Reikia Jūsų pagalbos pildant apklausą, kad būtų galima įvertinti rodiklių *reikšmingumą*.

Apklausa bus naudojamas kaip papildomas informacijos šaltinis magistriniame darbe.

Rodiklių reikšmingumo nustatymas:

Rodiklių reikšmingumui nustatyti naudojamas *rangavimo metodas*. Kiekvienas kriterijus vertinamas nuo 1 (mažiausiai svarbus) iki 9 (daugiausiai svarbus). Vertinimo dydis neturi kartotis.

Kriterijai:

1. **Laikas:** laikas, kurio prireiks modernizavimui užbaigti;
2. **Energinis efektyvumas:** padidintas pastato energijos vartojimo efektyvumas.
3. **Funkcionalumas:** modernizavimo galimybės pagerinti erdvės funkcionalumą.
4. **Patvarumas:** tikėtinas modernizavimo tarnavimo laikas ir jos atsparumas nusidėvėjimui.
5. **Komfortas:** gali pagerinti erdvės komfortą, pavyzdžiui, pagerinti vėdinimą ar apšvietimą.
6. **Estetika:** vizualinis patrauklumas ir galimybė pagerinti bendrą patalpų išvaizdą ir pojūtį.
7. **Poveikis aplinkai:** panaudotų medžiagų poveikis aplinkai ir bendras energijos suvartojimas.
8. **Investicijų grąža:** galimybė, kad padidins turto vertę, ir investicijų grąžos potencialas.
9. **Priežiūra:** metodo paprastumas ir ilgalaikės priežiūros išlaidos.

B.12 lentelė. Lyginamieji kriterijai

	Balai (1-9)
K1	
K2	
K3	
K4	
K5	
K6	
K7	
K8	
K9	